Lane Medical Library

Schleifmaterialien.

Bedingungen zur Erreichung von Höchstleistungen. Bedeutung und Anwendung in der Zahnheilkunde.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ruprecht-Karls-Universität
zu Heidelberg

vorgelegt am 30. Mai 1934 von

Richard Sommer
Zahnarzt
aus Frankenthal (Pfalz)

Gedruckt
im Tageblatt-Haus Coburg
1934

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Heidelberg.

Dekan: Prof. Dr. Schneider.

Referent: Prof. Dr. Gerhard Weißenfels.

1934

Meinen lieben Eltern in Dankbarkeit.

Inhaltsübersicht.

Seite:

A) Einleitung 5
B) Ausführung 5
Kurzer geschichtlicher Rückblick über das Schleifen 5
I. Die wichtigsten künstlichen Schleifrohstoffe: 5
a) Elektrokorund 6
b) Siliziumkarbid 6
II. Der Schleifprozeß 8
III. Abhängigkeit des Schleifprozesses von: 9
a) der Härte des Schleifrohstoffes und des Schleifsteines . . 9
b) der Form und den Kohäsionseigenschaften des einzelnen Kornes 10
c) der Korngröße: Grenzen der Körnungen 10
IV. Bindemittel der Schleifrohstoffe 12
a) keramische Bindung 12
b) mineralische Bindung 13
c) elastische Bindung 13
V. Feststehende und veränderliche Bedingungen des Schleifprozesses. 13
VI. Ihre Eingliederung in den Anwendungsbereich der Zahnheilkunde. 14
VII. Die Notwendigkeit des Naßschleifens 18
VIII. Kritik der Leistungsprüfungsmethoden der Industrie . . . 19
IX. Leistungsprüfungsmethoden in der Zahnheilkunde 20
X. Hieraus resultierende Erzeugnisse der zahnärztlichen Industrie . 22
XI. Bedeutung der Schleifmaterialien 23
1. in der Industrie 23
2. in der Zahnheilkunde 23
a) konservierend 24
b) prothetisch 24
XII. Anwendungsbereich und -art von Schleifmaterialien 24
1. Konservierende Zahnheilkunde 25
a) Geschichtliche Entwicklung und Vorkämpfer der Kavitätenpräparation 25
b) Die Kavitätenpräparation mit Schleifsteinen 32
2. Prothetische Zahnheilkunde 38
a) Stumpfpräparation für Bandkronen 38
b) Stumpfpräparation für Dreiviertelkronen 39
c) Anwendung im Laboratorium 41
C) Zusammenfassung und Schluß 42

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153311_0257

Die heutige zahnärztliche Wissenschaft — eine Kombination von wissenschaftlichen Erkenntnissen auf medizinischer Grundlage und manueller Arbeit mit Hilfe maschineller Einrichtungen — bemüht sich Klarheit zu schaffen auf allen Gebieten, die bislang unerforscht waren und deren Nutzung empirischer Erkenntnis vorbehalten blieb. Die einschlägigen wissenschaftlichen Arbeiten haben während der letzten Jahrzehnte bedeutende Fortschritte gemacht, insbesondere seit erkannt wurde, daß die zweckentsprechende Behandlung des Zahnes als eines Gebildes des Körpers ohne die tiefere Erkenntnis der Zusammenhänge zwischen Zahn und menschlichem Organismus nicht einwandfrei durchgeführt werden kann. Daraus resultierte eine Durchdringung des gesamten Zahnärztestandes mit wissenschaftlich-medizinischen Erkenntnissen. Bei dieser Um- oder Einstellung mußte die handfertige Leistung an Bedeutung verlieren; es ist deshalb an der Zeit eine tiefere Durchforschung auch jener Gebiete vorzunehmen, die vorwiegend manuelle Arbeit mit Hilfe maschineller Einrichtungen erfordern, um auf diesem Wege auch diese — vorwiegend technischen — Gebiete mit wissenschaftlichen Ergebnissen auszustatten und so der Zahnheilkunde jenen harmonischen Zusammenklang zwischen Wissenschaft und Technik zu geben, der zur Erreichung und Sicherung des Höchstmaßes der Leistung notwendig ist.

Das Schleifen, eines der ursprünglichsten Hilfsmittel menschlicher Handfertigkeit, ist fast ebenso alt wie die Geschichte der Menschheit selbst. Als der Urmensch den Unterschied zwischen stumpf und scharf begriffen hatte, war es in erster Linie sein Bestreben, seine Waffen zu schärfen. Die Natur bot ihm für diesen Zweck eine verschwenderische Fülle brauchbarer Materialien. Das Ursprüngliche war die Formgestaltung von Waffen und Gebrauchsgegenständen; an die Oberflächenbeschaffenheit stellte man erst mit dem Fortschreiten der Entwicklung der menschlichen Kultur höhere Anforderungen. Am Anfang erfolgte das Schleifen entweder durch Reiben des Schleifstückes auf einem ruhenden (passiven) Schleifstein, oder der Schleifstein wurde aktiv über den zu schleifenden Gegenstand hinbewegt. Einen großen Fortschritt brachte die Erfindung des runden, um seine Achse drehbaren Schleifsteines, dessen Wirkungsweise auch heute noch in den künstlichen Schleifscheiben der modernsten und kompliziertesten Rundschleifmaschinen wiedergefunden wird.

Die Ansicht über die zum Schleifen geeigneten Stoffe hat sich im Laufe der Zeit mannigfach geändert. Alle natürlichen Schleifmaterialien haben Mängel, die weniger in der oft verschieden

ausfallenden Qualität derselben besteht, als vielmehr in den Verunreinigungen und Beimengungen fremder, härterer Bestandteile, die den Schleifprozeß in der unangenehmsten Weise beeinflussen. Dem unermüdlichen menschlichen Schaffensgeist ist es aber gelungen, durch Herstellung künstlicher Schleifrohstoffe jene Mängel auf ein Mindestmaß einzuschränken.

In den 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts wurden Mittel gefunden, mit denen man die Schleifkörner binden und somit künstliche Schleifscheiben und -steine aus natürlichen Schleifrohstoffen herstellen konnte. Bald darauf gelang es auf künstlichem Wege im elektrischen Ofen wertvolle Schleifrohstoffe, Elektrokorund und Siziliumkarbid, zu gewinnen, die beide in den letzten Jahrzehnten einen gewaltigen Aufschwung in der gesamten Schleifindustrie hervorbrachten und die Verwendung natürlicher Schleifrohstoffe fast vollständig verdrängten. Es erübrigt sich daher, auf die natürlichen Schleifrohstoffe wie Diamant, Siliziumdioxyd (SiO_2), Aluminiumoxyd (Al_2O_3), Naturkorund, Bimsstein, Granat u. ä. näher einzugehen.

Die beiden wichtigsten Schleifrohstoffe seien ausführlicher behandelt: Elektrokorund, Kunstkorund, Al_2O_3. Ausgangsprodukt für die Herstellung von Kunstkorund ist der Bauxit, ein Aluminiumoxyd, das in besonderer Reinheit und in größeren Mengen in Südfrankreich bei Les Baux (daher der Name Bauxit) und in Nordamerika vorkommt; auch Jugoslavien und Ungarn haben abbauwürdige Lager. Bauxit ist wegen seines nicht kristallinischen Gefüges nicht unmittelbar als Schleifmittel brauchbar. Die Herstellung des Elektrokorunds erfolgt durch Erschmelzen eines Gemisches aus Koks und Bauxit im elektrischen Lichtbogen. (2200°, 30 Std.) Die gewöhnliche Beschickung des Elektrokorundofens besteht aus 80% kalziniertem Bauxit, 5—10% Koks und 10—15% Eisenspänen. Al_2O_3 kristallisiert rhomboedrisch und hat die Dichte 3,75—4,0 und eine Härte, welche jene des Naturkorunds (Nr. 9 nach Mohs) übertrifft (9¼). Als Beimengungen findet man Eisenoxyd, Kieselsäure und Titansäure, als wirkliche Verunreinigungen Spuren von Karbiden, Schwefelverbindungen und Siliziumeisen. Zur Entfernung dieser Verunreinigungen werden die Kristalle geglüht und einer magnetischen Behandlung unterzogen. Künstliches Aluminiumoxyd, Elektrokorund, verwendet man zum Schleifen von Stoffen mit hoher Festigkeit, wie Schmiedeeisen, Temperguß, Stahlguß, Hartstahl, Maschinenstahl und Glas aller Art. Das einzelne Korn ist im allgemeinen äußerst zähe und weist eine hohe Kantenfestigkeit auf. Es hat viele Flächen und bleibt lange scharf und schliffähig.

Siliziumkarbid ist die chemische Bezeichnung für ein Produkt, welches aus Silizium und Kohlenstoff (SiC) besteht. Der älteste Handelsname, der den deutschen Carborundumwerken

GmbH., Düsseldorf-Reisholz, gesetzlich geschützt ist, lautet: Carborundum. SiC ist der Schleifrohstoff, der in der zahnärztlichen Praxis fast ausschließlich verwendet wird. Seiner Wichtigkeit wegen sei er deshalb etwas ausführlicher behandelt:

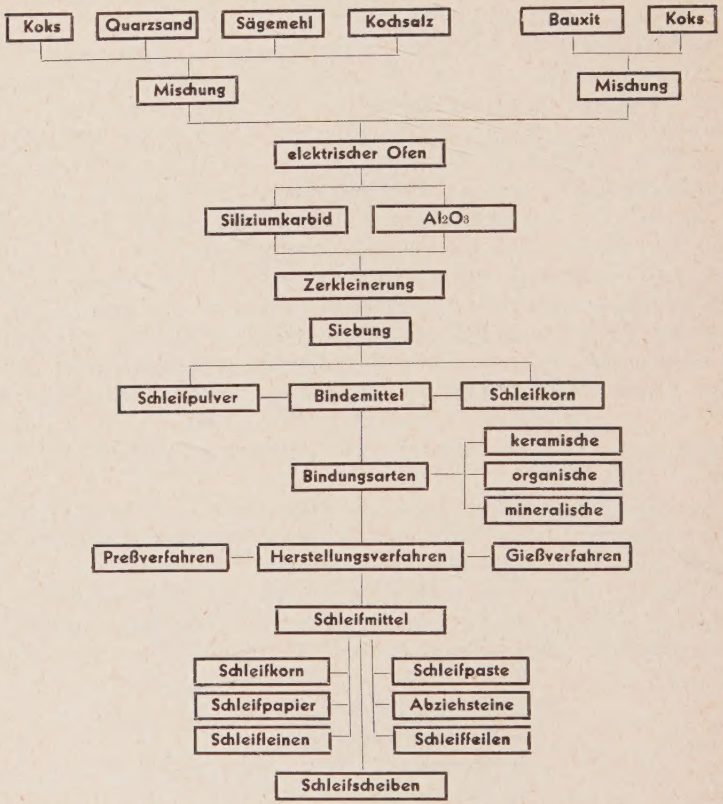
Im März 1891 entdeckte der Amerikaner E. G. Acheson zufällig das Siliziumkarbid. Es wird heute in großen, aus feuerfesten Steinen hergestellten Oefen gebrannt. Die Beschickung des Siliziumkarbid-Ofens ist gewöhnlich folgende: 56 % SiO_2 (sehr feiner Quarzsand), 35 % Petrolkoks (Rückstand der Petroleumraffinerie), 7 % Sägemehl und 2 % gewöhnliches Kochsalz. In der Mitte des Ofens befindet sich ein Kokskern, durch den der elektrische Strom geleitet wird. Die Masse wird bis zu einer Temperatur von 1500—2500 ° C gebracht (36 Stunden), innerhalb welcher sich die Reaktion zwischen der Kieselsäure und dem Quarzsand vollzieht. Ueber die Art und Weise der Verbindung SiC ist man noch im unklaren. Man nimmt an, daß das SiC vorwiegend aus gasförmigen Bestandteilen gebildet wird. Durch Wechselwirkung von schmelzendem Sand und Koks sollen folgende Reaktionen entstehen: SiO_2 (fest) + 2 C (fest) —Si (gasförmig) +2CO (gasförmig) —3Si (gasförmig) +2CO (gasförmig) —2SiC + SiO_2.

Die Sägespäne dienen dazu, die Masse porös zu machen, so daß die entstehenden Gase entweichen können, während das Salz die Aufgabe hat, Unreinigkeiten in Form von Chloriden zu entfernen. Die Kristalle finden sich nach dem Brennen in großen Blöcken vor; sie werden zerkleinert, gewaschen, gereinigt, getrocknet, sortiert und für verschiedene Zwecke verarbeitet. Gutes SiC hat etwa folgende Analyse:

99,20 % Siliziumkarbid,
0,17 % Kohlenrückstand,
0,09 % Eisen oder Eisenverbindungen,
0,04 % Aluminium,
0,50 % Siliziumdioxyd.

SiC kristallisiert in hexagonalen Tafeln von der Dichte 3,15—3,2 und ist außer dem Diamant der härteste Werkstoff (Nr. 9¾ nach Mohs). Das einzelne Korn ist von grünlich-glänzender Farbe, härter, spitziger und scharfkantiger als das Korn des Elektrokorunds, aber viel weniger zähe als dieses. Es bricht auf harten und zähen Metallen kurz und seitlich blätterig ab, so daß eine Siliziumkarbidscheibe auf derartigen Stoffen sofort stumpf wird. Man verwendet daher SiC vorzugsweise zum Schleifen von Stoffen mit geringer Zerreißfestigkeit und Dehnbarkeit wie Aluminium, Rotguß, Kupfer, Gußeisen, Hartguß, Hartgummi, also auch Kautschuk, Gesteine, Vulkanfiber, Leder, Kohle, Glas und Porzellan. Auf diesen Materialien nützt sich das SiC wegen seiner großen Härte nur wenig ab, während seine Zähigkeit noch ausreicht, um vorzeitiges Zerbröckeln zu verhüten.

Tabelle über die Herstellung der Schleifmittel aus künstlichen Schleifrohstoffen.



Nach den vorstehenden Erörterungen über die Herstellung der für die allgemeine Industrie wie für die Zahnheilkunde wichtigsten Schleifrohstoffe bedarf es zum Verständnis der Bedingungen des Schleifprozesses einer den Schleifvorgang erklärenden Betrachtung.

Das Schleifen besteht in einer Fortnahme feiner Teilchen von der Oberfläche des zu bearbeitenden Gegenstandes durch die kleinen, scharfen Schneidekanten oder Schneidespitzen des Schleifkornes. Bei Verwendung gebundener Schleifmittel dringen die aus der Bindung hervorragenden Schleifkristalle unter Druck in den Werkstoff ein und heben durch die Weiterbewegung des Schleifkornes einen Span aus dem Werkstück heraus. Der Schleifprozeß ist demnach bei sehr vielen Materialien ein reiner Schneideprozeß, ähnlich dem Vorgang des Hobelns in der Schreinerei und der Bearbeitung von Metallen in der Dreherei. Untersuchungen von

Mindt u. a. haben ergeben, daß sich der Schleifprozeß an harten, spröden Werkstoffen wie Glas u. ä. von dem spanabhebenden Vorgang bei weichem, elastischem Material grundsätzlich unterscheidet. Das über die Glasoberfläche gleitende oder rollende Schleifkorn reißt weder Rillen in das Glas, noch hebt es Späne heraus, sondern verursacht auf seiner Bahn eine fortlaufende Reihe von Sprüngen. Jeder einzelne von diesen hat eine charakteristische, muschelähnliche Form. Eine Materialabtragung ist also mit diesem durch ein einzelnes Schleifkorn bewirkten Einspringen der Oberfläche gewöhnlich noch nicht verbunden. Erst durch das Ueberschneiden verschiedener Schleifkörnerbahnen greifen die Einsprünge so ineinander, daß Teilchen aus der Oberfläche herausbrechen, wodurch das bekannte mattweiße Aussehen beschliffenen Glases entsteht.

Die Menge des abgespanten oder abgebröckelten Materials ist in erster Linie abhängig von der physikalischen Beschaffenheit des verwendeten Schleifmaterials. Das Idealschleifmittel ist und bleibt stets der Diamant, da er die weitaus härteste Konsistenz besitzt; doch begrenzen die hohen Anschaffungskosten sowie die Unbrauchbarkeit bei fließenden Materialien wie Amalgamen etc. seine Anwendungsmöglichkeit. In diesem Zusammenhange sei auf die Diamantschleifkörper der Firma Drendel & Zweiling, Berlin-Lankwitz, hingewiesen, die durch sinnvolle Zusammenführung verschiedener Eigenschaften recht brauchbare Instrumente herstellt. Es sind dies Scheiben und Räder aus zweckmäßigen, haltbaren Metallegierungen, die nach einem Spezialverfahren mit Diamantsplittern belegt sind und soweit es sich übersehen läßt, allen Anforderungen genügen. Die meisten Materialien können unbeschadet der Haltbarkeit der Schleifkörper bearbeitet werden. Durch verschiedenartige Formgestaltung der Schleifkörper haben sie ein weites Anwendungsgebiet und gegenüber den Elektrokorund- und Siliziumkarbidsteinen den Vorteil, daß sie nur an den Stellen schleifen, an welchen sie mit Diamantsplittern belegt sind. Wie dieser Vorteil auf alle Arten von Schleifkörpern anzuwenden ist, wird in einem späteren Abschnitte behandelt. Bei den Diamantschleifkörpern wird dadurch die im Bereich des Möglichen liegende, wenn auch ungewollte Beschädigung und Verletzung benachbarten Gewebes a priori ausgeschaltet.

Von wesentlichem Einfluß auf die Erzielung der Bestleistung des Schleifrohstoffes ist die Härte. Allgemein bezeichnet man als Härte die Widerstandsfähigkeit eines Körpers gegen das Eindringen eines Fremdkörpers. Sie absolut zuverlässig und einwandfrei zahlenmäßig zu messen, ist bis jetzt noch nicht gelungen.

Siliziumkarbid und Elektrokorund kommen sich in ihrer Härte nahezu gleich. Nach der unzulässigen Mohs'schen Härteskala zeigt der Kunstkorund die Härte 9—9¼, das SiC eine solche von 9½ bis 9¾. Die Härte des Schleifkristalles ist aber scharf zu trennen

von jener des Schleifsteines, d. h. des gebundenen Schleifmittels. Der Härtegrad eines Schleifsteines ist analog dem Widerstand, den das Bindemittel der Loslösung eines Kristalles entgegensetzt. Eine Schleifscheibe kann sich aus Kristallen sehr harter Konsistenz zusammensetzen und doch weich sein, wenn sich die Schleifkörper leicht aus dem Bindemittel lösen. Demnach kommt auch dem Bindemittel hohe Bedeutung zu.

Beim Schleifvorgang nützen sich die einzelnen Kristalle ab; sie verlieren an Größe und ihre scharfen Kanten und Ecken an Schärfe. Werden die abgenützten Körner nicht rechtzeitig freigelassen, so verklebt der Schleifstaub die Angriffsfläche. Die Schleifscheibe ist also zu hart, die Leistung verringert sich, geht allmählich ganz verloren. Durch die intensive Reibung tritt starke Hitzeentwicklung ein. Die auftretenden schädigenden Momente, die schon in der industriellen Schleiftechnik nachteilig auf das Werkstück wirken, treten bei den zahnärztlichen Arbeiten noch viel unangenehmer in die Erscheinung. Wenn beim Bearbeiten von leblosen Zähnen die Hitzeentwicklung lediglich als unangenehme Begleiterscheinung zu kennzeichnen ist, so wirkt sie bei vitalen Zähnen nicht nur lästig, sondern direkt schädigend. Leitet doch das Dentin nach Durchschleifen der Schmelzdecke die hervorgerufenen Reize direkt zur Pulpa. (Die zerstörende Wirkung thermischer Reize für die Pulpa zu erörtern, gehört nicht in den Rahmen dieser Arbeit.)

Im Gegensatz hiezu stehen die Erscheinungen bei Verwendung zu weicher Steine. Hier lösen sich die Schleifkristalle bereits aus ihrer Bindung, bevor sie die ihnen obliegende Schleifarbeit geleistet haben. Solche Steine unterliegen einem zu schnellen Verbrauch und in vielen Fällen einer nachteiligen Entrundung.

Neben der Härte des Schleifsteins sind auch Form und gewisse Kohäsionseigenschaften des einzelnen Schleifkorns für die Leistung von mitbestimmender Bedeutung. Es ist nämlich nicht einerlei, ob das Korn kugelig ist oder glatte Flächen mit scharfen Kanten und Spitzen hat. Das runde Korn dringt viel weniger leicht in das Werkstück ein; jenes mit rauher, unebener oder hügeliger Oberfläche setzt dem abfließenden Span einen erheblichen Widerstand entgegen. Selbst das glatteste Korn von größter Härte ist zum Schleifen dann schlecht geeignet, wenn sein Kristallgefüge durch die sogenannte Spaltbarkeit allzuleicht splittert und der Kristall unter der Beanspruchung des Werkstückes in feine und feinste Teilchen zerfällt. Jedes Korn muß also auch einen gewissen Grad von Zähigkeit besitzen.

Die Wirkung aller Schleifmittel ist weiterhin bedingt durch die Korngröße. Je größer nämlich das Teilchen, desto gröber ist das Mittel und um so tiefer dringen die Körner in das Werkstück ein. Die Korngröße ist vor allem für die Art des Schliffes von Be-

deutung. Grobkörnige und harte Schleifmittel eignen sich zum schnellen Entfernen bedeutender Materialmengen unbeschadet der Oberflächengestaltung, während feinere, weichere Teilchen eine geringere Abtragung bedingen, aber um so feinere Risse und Sprünge entstehen lassen und glattere Schlifflächen hervorrufen. Trotz des dringenden Bedürfnisses nach Normalisierung der Korngrößen sind die Bezeichnungen für sie noch recht unterschiedlich. Fast jeder Hersteller bedient sich willkürlich festgesetzter Korn- bzw. Siebnumerierungen. Die exakte Lösung dieser Frage wird aber unmöglich bleiben, weil die Schleifkörner keine genauen stereometrischen Körper darstellen. Im allgemeinen bezeichnet man die Korngröße durch Ziffern, die den Maschenöffnungen der zur Siebung verwendeten Siebe entsprechen. So fällt die Korngröße 25 durch ein Sieb, das 25 Maschen auf einen Zoll Seitenlänge hat. Um den vielseitigen Anforderungen der Industrie gerecht zu werden, bedarf es einer großen Anzahl von Korngrößen. Man stellt Schleifsteine in den Körnungen 6—220 her.

Die rein äußerlichen Bezeichnungen grob, mittel und fein haben für die Industrie, den gröberen Zwecken entsprechend, andere Bedeutung als für die Zahnheilkunde. Folgende Gegenüberstellung läßt dies erkennen:

	grob	mittel	fein
Industrie:	12— 24	30— 60	70—120
Zahnheilkunde:	80—100	120—150	150—200

Es wird nun erörtert, ob diese 3 Korngrößen für die zahnärztlichen Schleifarbeiten ausreichen. Die Zahl der zu bearbeitenden Materialien in der Zahnheilkunde ist im Vergleich zu jenen der Industrie gering und kommt schon aus diesem Grunde eine so große Anzahl von Körnungen nicht in Frage. Da die Menge des abgeschliffenen Materials (Schleifleistung) proportional der Größe des verwendeten Schleifkornes bei entsprechender Erhöhung von Druck und Antriebskraft ist, leidet naturgemäß unter der erhöhten Schleifleistung die Oberflächenbeschaffenheit. Sind also schon der Industrie in der Verwendung zu grober Körnungen Grenzen gesetzt, so trifft dies für die zahnärztliche Praxis noch viel mehr zu. Hier handelt es sich um das viel feinere Material, um das Gebiß, einen wichtigen Teil des menschlichen Organismus. Bei zahnärztlichen Schleifarbeiten sind deshalb vor allem die Begleiterscheinungen zu berücksichtigen, unter denen die beste Schleifleistung zu erzielen ist. Ein zu grobgekörnter Stein erschüttert durch das Auftreffen seiner Kristalle den Zahn dauernd und drängt ihn in der Rotationsrichtung zur Seite. Dadurch erfolgt eine erhebliche Reizung des Periodontiums. Neben diesen direkt schädigenden Einflüssen werden durch die dauernden Erschütterungen auch Erscheinungen ausgelöst, die unter dem Namen Vibrationen bekannt sind. Ueber diesen Vibrations-

sinn haben Jakob und Endres Abhandlungen verfaßt und experimentelle Untersuchungen angestellt, auf die an dieser Stelle verwiesen wird. Zu grobes Korn hinterläßt außerdem zu tiefe Einschnitte im Material und bewirkt eine zu rauhe Oberfläche. So sind der Korngröße nach oben Grenzen gesetzt. Die Größe 80 wird daher mit Recht nicht überschritten.

Welche Grenzen sind nun den feinen Körnungen gesetzt? Rein theoretisch müßte die Schleifleistung nach dem Grundsatz, daß die Menge des abgespanten Materials direkt proportional der Korngröße ist, bei Gebrauch feingekörnter Steine eine geringe sein. Es ließe sich eine der groben Körnung entsprechende Schleifleistung nur auf Kosten der Zeit erzielen. Bei sehr geringen Korngrößen trifft diese Ueberlegung auch zu und da bei zahnärztlichen Arbeiten im Munde des Patienten von großer Wichtigkeit ist, eine möglichst große Wirkung in möglichst kurzer Zeit zu erzielen, fallen Korngrößen unter 200 aus. Es ist hiebei noch zu berücksichtigen, daß von Steinen gleicher Härte und verschiedener Körnung der feingekörnte härter wirkt als der grobgekörnte. Dies liegt in der Größe der auftreffenden Schleifkristalle begründet. Das zu bearbeitende Material setzt einem größeren Korn naturgemäß einen größeren Widerstand entgegen und wird dies auch leichter zum Ausbrechen aus seiner Bindung bringen. Die Gefahr, daß beim Gebrauch zu feiner Körnungen durch Nichtlösung der Kristalle ein Verschmieren eintritt, liegt auf der Hand. Korngrößen unter 200 können lediglich nur zur Oberflächengestaltung, zum Polieren am Platze sein, da sich beim Polierprozeß die abgetragene Materialmenge in engen Grenzen hält. Diese feinen Korngrößen zum Polieren werden meistens ungebunden oder in weichen Bindungen gebraucht oder durch wenig harte Schleifmittel ersetzt. Für zahnärztliche Arbeiten reicht also eine geringe Zahl von Körnungen aus, und die von den meisten Firmen hergestellten 3 Körnungen grob, mittel und fein genügen.

Bevor auf die eigentlichen Bedingungen des Schleifprozesses näher eingegangen wird, sei einiges über die aus der aufgeführten Tabelle ersichtlichen B i n d e m i t t e l gesagt. Bei der Schleifsteinherstellung werden die Stoffe gebunden und in Formen gepreßt. Die Art der Bindemittel bedingt folgende Bindungen:

a) k e r a m i s c h e,
b) m i n e r a l i s c h e,
c) e l a s t i s c h e.

a) Die k e r a m i s c h e B i n d u n g hat für die industrielle und die zahnärztliche Schleiferei die größte Bedeutung. Als Bindemittel dienen Ton, Kaolin und Feldspat, die je nach der gewünschten Härte in verschiedener Zusammensetzung zur Anwendung kommen und im elektrischen Porzellanbrennofen bei ungefähr 1400° ihrer Verwendung entsprechend längere oder kürzere Zeit gebrannt werden.

b) Die mineralische Bindung wird nicht gebrannt und deshalb auch als „kalte Bindung" bezeichnet. Sie gilt als die älteste Bindung und wird in Silikat- und Magnesitbindung unterschieden. Die Silikatbindung erfolgt unter Verwendung von Wasserglas; die nach diesem Verfahren geformten Steine werden in mäßiger Wärme getrocknet. Bei der Magnesitbindung kommt Sorelzement zur Verwendung, der aus gebranntem Magnesit und starker Chlormagnesiumlauge hergestellt wird. Die Abbindung erfolgt auf Grund eines chemischen Vorganges. Die so hergestellten Scheiben sind weniger hart und porös und lassen nur ein Arbeiten bei niedriger Temperatur zu. Die mittels Magnesit gebundenen Steine der allgemeinen Industrie eignen sich bloß für Trockenschliff. Im Gegensatz hiezu kennt die zahnärztliche Schleiferei Steine mit Magnesitbindung, die nur naß gebraucht werden können. Der Handel kennt sie unter dem Namen „Heatleß-Steine". Sie besitzen wegen ihrer geringeren Härte einen Metallkern, der außerdem unbedingt zentrischen Lauf gewährleistet. Die für ihre Haltbarkeit und Gebrauchsfähigkeit notwendige niedrige Temperatur wird durch besondere Zusammensetzung erzielt und findet in dem Namen — ohne Hitzeentwicklung — ihren Niederschlag. Eine weitere Neuerung bilden die von der Firma Paul König, Leipzig, seit einigen Jahren vertriebenen Steine mit Gummizentrum, Vibrasivs genannt. Sie sichern ein elastisches, vibrierendes Schleifen zu und erleichtern die Behandlung nervöser Patienten. Nachteile beider Fabrikate sind die geringen Mehrkosten und ihr Unvermögen ausgekocht werden zu können.

c) Zur elastischen oder vegetabilischen Bindung werden organische Stoffe wie Schellack, Gummi, Harz, Oel, Bakelit etc. verwendet. Diese bedingen eine höhere Elastizität und eine geringere Empfindlichkeit der Scheiben gegen Stoß und Druck und ermöglichen eine kurze Herstellungsdauer; das Anwendungsgebiet ist ein vielseitiges; dennoch dienen sie in der Hauptsache zum Schärfen von Schneidewerkzeugen. Die zahnärztliche Praxis kennt sie als Poliermittel zur Erzielung glatter Oberflächen, vor allem bei Gold- und anderen Edelmetallarbeiten.

Feststehende und veränderliche Bedingungen beeinflussen die Schleifleistung in hohem Maße. Die Industrie hat diese erkannt und sich zu Nutze gemacht. Sie können folgendermaßen zusammengestellt werden:

1. Feststehende Bedingungen:
   a) Art und Zusammensetzung des zu bearbeitenden Werkstoffes.
   b) Bestmögliche Schleifleistung.
   c) Oberflächenbeschaffenheit des beschliffenen Werkstückes.
   d) Länge des Berührungsbogens zwischen Schleifscheibe und Werkstück.
   e) Bauart der Maschinen.

2. Veränderliche Bedingungen:

a) Umfangsgeschwindigkeit des Schleifsteines und des Werkstoffes und angewandter Druck (Vorschub beim maschinellen und Druck beim Freihandschleifen).

b) Fingerspitzengefühl und Geschicklichkeit des Schleifers.

c) Zustand des Schleifsteines und der Maschine.

Diese für die allgemeine Industrie geltenden Bedingungen sind Wegweiser zur Erzielung von Höchstleistungen und somit auch für die zahnärztlichen Schleifarbeiten von großer Wichtigkeit. Daher werden sie nachstehend zu diesem Anwendungsbereich in Beziehung gesetzt.

1. a) Das für den einzelnen Werkstoff geeignete Schleifmittel auszuwählen, ist nur unter Berücksichtigung chemischer und physikalischer Eigenschaften des zu beschleifenden Materials möglich. Obenan steht die schon erwähnte Zugfestigkeit der Körper, die hier dominierend in Frage kommt. Wenn auch die Zahl der in der zahnärztlichen Praxis zu beschleifenden Materialien nicht allzugroß ist, so sind doch auch hier die Unterschiede bedeutend genug, um von entscheidendem Einfluß zu sein. Es kommen an Materialien im Munde des Patienten hauptsächlich in Betracht:

1. Zahnsubstanz (Schmelz, Dentin, Zement).
2. Amalgam.
3. Gold und goldähnliche Legierungen.
4. Porzellanartige Massen.
5. Künstlicher Zement.

Die Mehrzahl dieser Materialien weist eine geringe Zugfestigkeit auf, so daß fast ausschließlich Siliziumkarbid verwendet werden sollte. Der Korund kommt für porzellanartige Massen und künstliche Zahnsubstanz in Frage, allerdings weniger wegen der Zugfestigkeit des Materials, als vielmehr, wie schon angeführt, wegen der vollkommen abweichenden Art des Schleifprozesses. Für Goldarbeiten sollte aus technischen und wirtschaftlichen Gründen nur Korund verwendet werden.

1. b) Die große Abhängigkeit von Korngröße, Härte und bester Schleifleistung wurde schon bei dem Kapitel Körnungen beleuchtet. Es wird hier nur wiederholt betont: Bei zahnärztlichen Arbeiten steht die Schleifleistung unter Vermeidung aller auftretenden schädigenden Nebenerscheinungen im Vordergrund.

1. c) Für die Oberflächenbeschaffenheit eines Schliffes ist die Korngröße ein wesentlicher Faktor. Die für zahnärztliche Arbeiten hergestellten gröbsten Körnungen werden nach vorstehend Gesagtem eine brauchbare Schlifffläche ermöglichen. In den meisten Fällen handelt es sich um ein den Verhältnissen ange-

messenes Grobschleifen, bei dem die Menge des abgetragenen Materials eine wichtige Rolle spielt, abgesehen von den Fällen, in welchen feingekörnte Steine zur Herstellung möglichst glatter Ränder und Oberflächen gebraucht werden.

1. d) Auch die Länge des Berührungsbogens zwischen Stein und Material fällt ins Gewicht. Die geraden Schleifräder seien Gegenstand besonderer Berücksichtigung. Die Größe des Berührungsbogens ist abhängig von dem Durchmesser des Schleifrades und der Form des zu beschleifenden Materials. Benützt wird ausschließlich die Peripherie der Schleifscheibe, nicht die Stirnseite. Bei zahnärztlichen Arbeiten berührt der Stein in den meisten Fällen eine plane oder eine dem Steine entgegengesetzt gekrümmte Fläche. Da und dort ist die Berührungsfläche zu Beginn des Schleifprozesses auf ein Minimum beschränkt. Die Größe des Berührungsbogens ist von grundlegendem Einflusse für das rechtzeitige Herausbrechen stumpf gewordener Körner. Es sei hier eine Ausführung Buxbaums in „Das Schleifen der Metalle" erwähnt: „Je größer dieser Berührungsbogen ist, desto größer ist die Wirkungszeit und damit die Abnutzung des Steins. Außerdem ist der Flächendruck, der für das Ausbrechen stumpfer Schleifkörner maßgebend ist, um so kleiner — auf die gleiche Zustellungskraft bezogen — je größer die Berührungsfläche zwischen Werkstück und Stein ist. Wir können daraus folgern, daß wir für große Berührungsflächen weiche, für kleine harte Steine am besten verwenden". Dies sind außerordentlich wichtige Anleitungen für die Schleiftechnik der Industrie. Der Zahnarzt hat in den Härten keramisch gebundener Steine keine allzugroße Auswahl. Diese Tatsache zwingt ihn bei Schleifarbeiten, die unter Benützung von Steinen mit großer Härte vorgenommen werden müssen, eine möglichst geringe Berührungsfläche zwischen Stein und Material anzustreben. Verbleibt z. B. beim Beschleifen eines Zahnstumpfes der Stein längere Zeit auf einer Stelle, so frißt er sich in das Material hinein und eine große Berührungsfläche ist neben den gesteigerten schädlichen Nebenerscheinungen die Folge. Demnach muß zur Sicherung eines einwandfreien Schleifprozesses der Angriffspunkt des Steines stetig wechseln. Huet verlangt, daß nicht mehr als $^1/_{20}$ des Schleifkörperumfanges gleichzeitig Arbeit leistet. Ist nämlich die Berührungsfläche zu groß, die Berührungszeit also zu lang, so genügt der frei rotierende Teil der Scheibe nicht, um die vom Werkstoff abgetrennte Spanmenge infolge der Zentrifugalkraft aus den Poren des Steines herauszuschleudern. Durch die während jeder Umdrehung entstehenden neuen Nachschübe wird das abgeschliffene Material allmählich festgepreßt und die Scheibe verschmiert. Dadurch werden wie bei Steinen mit zu großer Härte die Aufhebung der Schleifleistung und die bekannten Nebenerscheinungen bedingt. Diese Tatsachen schränken den Verwendungsbereich der Schleifsteine einigermaßen ein.

1. e) Da für zahnärztliches Schleifen stets die elektrische Bohrmaschine Verwendung findet, ist die Bauart der Maschine im Rahmen dieser Ausführungen von untergeordneter Bedeutung.

2. a) Unter den veränderlichen Bedingungen des Schleifprozesses verdienen die Umfangsgeschwindigkeit des Steines und der Druck, mit dem der Schleifstein gegen das Werkstück gepreßt wird, eingehender betrachtet zu werden.

Je geringer bei gleichem Druck die Umfangsgeschwindigkeit eines Schleifsteines ist, desto seltener, jedoch desto längere Zeit werden die einzelnen Schleifkörner beansprucht. Die Schleifkristalle werden, wie schon angegeben, früher ausbrechen und der Stein wird eine stärkere Abnutzung zeigen. Daraus erklärt sich, daß, entgegen ihrer Bezeichnung, schnell laufende Steine härter, langsam laufende weicher wirken. Es gilt also, für die jeweilige Härte eines Steines die geeignete Umfangsgeschwindigkeit zu ermitteln. Sie ist Weg pro Zeiteinheit, also m/sec., und läßt sich für Steine jeden Durchmessers leicht berechnen nach der Formel:

$$\text{Umfangsgeschwindigkeit} = \frac{2r\pi \,.\, \text{Tourenzahl}}{60 \,.\, 1000}$$

Die Industrie hat für Steine keramischer Bindung eine Umfangsgeschwindigkeit von 20—25 m/sec. empfohlen. Sie entspricht bei einem Stein von 2½ cm Durchmesser einer Tourenzahl von ungefähr 15 000. Die zahnärztlichen Bohrmaschinen haben eine Höchsttourenzahl von 6000, die jedoch während des Arbeitsganges selten erreicht wird. Bei Steinen von 2½ cm Durchmesser ergibt sich bei 5000 Touren eine Umfangsgeschwindigkeit von 9,45 m/sec. Demnach sind die zahnärztlichen Bohrmaschinen zur Erreichung bestmöglichster Schleifleistung unzulänglich. Durch die Verdoppelung der Tourenzahl der Bohrmaschine vermittels der Acceleratoren erfährt die bisherige Schleifleistung eine bedeutende Verbesserung. Eine Höchstleistung kann mit ihrer Hilfe aber auch nicht erreicht werden.

Huet hat auf die Bedeutung großer Geschwindigkeiten für die Schleifkörper aufmerksam gemacht. Er konstruierte eine für das Schleifen geeignete Bohrmaschine, deren geringste Tourenzahl 2000, die höchste 16 000 beträgt. Er fand für einen Schleifkörper

von	30	mm	Durchmesser	7 400	Touren	als	beste	Geschwindigkeit,
„	20	„	„	11 000	„	„	„	„ ,
„	15	„	„	15 000	„	„	„	„ ,

Diese Zahlen kommen den von der Industrie empfohlenen bedeutend näher. Die hohe Geschwindigkeit hat neben der guten Schleifleistung noch andere Vorteile im Gefolge. Dringen bei hohen Geschwindigkeiten die Schneiden von Bohrern nicht mehr in die Zahnsubstanz ein, so ist bei der schon besprochenen Eigenart der Schleifkörper die geleistete Arbeit um so größer, je rascher die Steine umlaufen. Die

Schlagwirkung der einzelnen Körner verringert sich. Auch das Verschmieren der Steine wird erheblich herabgesetzt, da der Schleifstaub durch die hohe Zentrifugalkraft leicht fortgeschleudert wird. Nach den Versuchen von Huet ist auch die Wärmeentwicklung eine geringere. Die Wärme sammelt sich hauptsächlich in den abgeschliffenen Werkstoffteilchen. Ihre Weiterleitung auf Schleifkörper und Werkstoff bleibt infolge der hohen Tourenzahl auf ein Mindestmaß beschränkt.

Von Huet und Krumsiek wurden Versuche angestellt über den Druck, unter dem am wirksamsten geschliffen wird. Zahlenmäßige Angaben über den Druck, der in der Industrie als Vorschub bezeichnet wird und bei den vollkommensten Schleifmaschinen als wichtiger Faktor anzusehen ist, erübrigen sich für zahnärztliche Schleifarbeiten, da es sich hier lediglich um ein Freihandschleifen handelt. Zur Ermittelung des geeigneten Druckes steht das rein gefühlsmäßige Empfinden des behandelnden Praktikers im Vordergrund. Bei zu geringem Druck wird die volle Schleifleistung nicht erzielt, während bei zu starkem Druck die Reibung zu groß wird. Wegen der hiebei auftretenden Wärmeerscheinungen spielt gerade beim zahnärztlichen Schleifen die Reibung eine dominierende Rolle. Von der Reibung ist bekannt, „daß sie in mechanischem wie mathematischem Sinne einfach als der durch die Berührung bedingte Widerstand bezeichnet werden kann, der eine gegenseitige Gleitbewegung zweier Stoffe hemmt. Maßgebend ist hierbei der Druck, unter dem der Schleifkörper an das Werkstück gepreßt wird". Dem unter Druck eindringenden Schleifkristall wird der Werkstoff natürlich einen Widerstand entgegensetzen. Jeder Schleifprozeß bedeutet also eine Reibung. Werkmeister schreibt hierüber: „Eine sichere gegenseitige Abgrenzung des Begriffes Reibung und Schleifen ist nicht gegeben, vielmehr verschieben, ersetzen und decken sie sich . . . Wer aber etwas schleifen will, verlangt einen gewissen Abtrag durch sogenannten Schnitt und eine entsprechend scharfe, wenn auch oft lupenfeine Rauheit des Materials durch das schleifende Korn und betrachtet allein die andern oder Nebenumstände als Reibung!" Dem Gefühl des Schleifenden bleibt es anheimgestellt, den geeigneten Druck zu finden. Bei großem Druck wird entweder die Reibung so intensiv, daß sie durch die gegebene Kraftquelle nicht überwunden werden kann und dadurch die Schleifleistung aufgehoben wird, oder es erfolgt bei nicht absolut feststehendem Werkstück eine Seitwärtsverdrängung, so daß die Schleifleistung nur unter Schädigung des Objekts vorgenommen werden kann. Dieser Zustand tritt ein beim Beschleifen von Zähnen unter zu hohem Druck, da diese nicht absolut feststehen. Die einseitige Beanspruchung führt außerdem zur Schädigung des Periodontiums. Bei zu geringem Druck wird endlich die Schnittiefe des Kornes nicht voll ausgenützt, wodurch eine geringere Schleifleistung bedingt wird.

2. b) Mit vorstehenden Ausführungen ist gleichzeitig auch dieser Punkt erläutert.

2. c) Eine wesentliche und auch wirtschaftliche Aufgabe moderner zahnärztlicher Schleiftechnik besteht im Abrichten der Schleifsteine, die durch Abnützung ihren zentrischen Lauf verloren haben, die hämmern anstatt zu schleifen und dem Patienten nicht nur unnötige Schmerzen verursachen, sondern durch Herabsetzung der Schleifleistung auch den Arbeitsgang um ein Beträchtliches verlängern (bis zur 3fachen Zeit). Längere Zeit benutzte Schleifsteine sind stumpf, d. h. ihre Poren sind verstopft. Da solche Steine den Zahn unnötig erhitzen und so die Schmerzen erhöhen, müssen sie auf dem Abrichtstein abgezogen und aufgeschärft werden.

Abrichtsteine dienen aber nicht nur zum Zentrieren und Aufschärfen von Schleifsteinen, sondern auch zum Formen derselben. Bei den mannigfaltigen, je nach dem Verwendungszweck verschiedenen Arten ist gerade dieser Formgestaltung besondere Wichtigkeit beizumessen und zwar um so mehr, als man aus scheinbar unbrauchbar gewordenen Schleifinstrumenten noch die besten Werkzeuge herstellen kann. Alle diese Arbeiten können mit dem einfachen, glatten Abrichtstein vorgenommen werden, der den größeren Schleifsteinsortimenten beigegeben ist und aus SiC in grober Körnung und harter Bindung besteht. Das Freihandabrichten verlangt einen relativ hohen Grad von Handfertigkeit. Es hat deshalb nicht an Versuchen gefehlt Apparate zu bauen, die das Abrichten maschinenmäßig vornehmen. Der Ka-Vo-Zentrator der Firma Kaltenbach & Voigt, Potsdam, dürfte der beste Apparat dieser Art sein. Dieser genau zentrische Abrichtstein ist auch aus SiC in grober Körnung und besonders harter Bindung hergestellt.

Genau so wie in der Industrie, ist auch für den Zahnarzt die stets gute Instandhaltung der Schleifmaschine von größter Bedeutung, damit durch dauernd einwandfreies Arbeiten der Maschine eine höchstmöglichste Schleifleistung gewährleistet bleibt.

Es erhebt sich nunmehr die Frage, ob naß oder trocken geschliffen werden soll. In der Industrie werden beide Arten angewandt. In der zahnärztlichen Praxis ist das nasse Schleifen im Munde des Patienten unbedingte Notwendigkeit. Verschiedene Gesichtspunkte erhärten dies in eindeutiger Weise. An erster Stelle stehen psychologische Gründe. Die auftretende Wärme und die damit verbundenen Schmerzen werden abgeleitet; ein Transport von Staub und Spänchen in den Atemtraktus, wodurch häufig Hustenreiz hervorgerufen wird, bleibt verhütet. Auch hygienische Ueberlegungen reden dem Naßschleifen das Wort. Es verhindert jegliche Staubansammlung sowie das Verstreuen von Körnern und damit zugleich das Uebertragen von stets vorhandenen Bakterien in die Luftwege der Patienten, Aerzte, Helferinnen und sonst anwesender Personen. Auch rein technisch und physikalisch ist das Naßschleifen begründet.

Die Leistung des Schleifwerkzeuges ist bedeutend größer und seine Haltbarkeit erheblich erhöhter. Gleichzeitig findet ein besserer Abtransport der Späne statt, welche sonst leicht die Poren des Schleifkörpers verstopfen. Da bei abgeschliffenen Kristallen der Grad der Erwärmung am größten ist, tritt durch die Kühlflüssigkeit eine rechtzeitige Sprengung des erwärmten Schleifkornes ein.

Es genügt nicht den Stein nur von Zeit zu Zeit einmal anzufeuchten, sondern es soll vielmehr nach Möglichkeit eine dauernde Flüssigkeitszufuhr erfolgen. Die Industrie gebraucht als Flüssigkeit in erster Linie kaltes Wasser, dem gewöhnlich, um ein Rosten des Werkstückes zu verhindern, 3—5 % Soda zugesetzt wird. Bei weichem Material verwendet sie einen geringen Oelzusatz. Für zahnärztliche Arbeiten genügt die Zufuhr kalten Wassers, sofern Pulpennähe nicht solches mit Körpertemperatur erfordert, da ein Rosten des Materials ausgeschlossen ist und die Werkstoffe meist spröder Natur sind. Ein Schleifen mit Vaseline, wie manche Autoren empfehlen, dürfte im Interesse höchster Schleifleistung unangebracht sein.

Die Industrie kennt eine ganze Reihe von Leistungsprüfungsmethoden, die zum großen Teil von falschen Voraussetzungen ausgehen und der praktischen Anwendung erhebliche Schwierigkeiten entgegensetzen. Es handelt sich um die verschiedenen Härtebestimmungen, bei denen als Vergleichsmaß ein Schleifmittel dient, das bei allen Untersuchungen konstant gehalten wird. Bei umgekehrtem Vorgehen und Konstanthalten des Probekörpers (Werkstoffes), ergibt sich ohne weiteres eine Leistungsprüfungsmethode für Schleifmittel.

Bei den verschiedenen Härtebestimmungen, wie sie Rosiwal, Garz, Mindt, Lecremier u. a. m. angegeben haben und deren eingehendere Besprechung im Rahmen dieser Abhandlung zu weit führen würde, ist keineswegs die Härte, sondern die Abnutzbarkeit verschiedener fester Körper durch ein ganz willkürlich gewähltes Schleifmittel bestimmt worden. Die Prüfung mittels anderer Schleifmittel würde zweifellos zu ganz anderen Resultaten geführt haben. Folgender Spezialfall soll dies beleuchten. Elektrokorund bewirkt auf dem zähen Stahl eine größere Materialabtragung als SiC; bei Gußeisen liegen die Verhältnisse umgekehrt. Die auf diese Weise angegebenen Härteskalen müßten also anzeigen, daß Elktrokorund härter sei als SiC, wenn die Versuche mit Stahl, weicher, wenn sie mit Gußeisen vorgenommen worden sind.

Die Härte ist eben nicht identisch mit der erzielten Materialabtragung. Wäre dies der Fall, so könnte die Härte umgekehrt proportional zu der Abnutzbarkeit gesetzt werden. Weiche und zähe Materialien (z. B. Messing) können eine geringere Abnutzbarkeit besitzen als harte und spröde Körper (z .B. Marmor); denn durch die Abnutzung eines Körpers durch Reiben an einem anderen entstehen

zunächst Vertiefungen und Rillen in der Oberfläche. Während nun die stehenbleibenden Erhöhungen bei harten und spröden Körpern leicht abspringen und so die Menge des Abschliffs vergrößern, werden sie bei zähem und weichem Material nur zusammen- und in die Vertiefungen hineingedrückt, aber nicht abgerissen. Auf Grund dieser Erwägungen muß im wissenschaftlichen Sinne der Ausdruck „Härte" fallen. Härtebestimmungen sind aufzulösen in einzelne Begriffsbestimmungen, welche klar umrissen und absolut, nicht aber relativ zu nehmen sind. Die Wissenschaft kennt für „Härte" zutreffendere Begriffe. Erwähnt seien nur: Druck-, Zerreiß-, Bruch-, Zug- und Abscherfestigkeit. Die Zahl der bekannten Härtebestimmungen ist so groß, daß sie imstande ist Verwirrungen hervorzurufen.

Wenn die Härtebestimmungen als Leistungsprüfungsmethoden benutzt werden sollen, sind verschiedene wichtige Dinge zu bedenken. Es bedeutet für die Praxis sicher einen erheblichen Unterschied, ob ein Schleifkorn den Werkstoff einmal stoßend trifft, wie z. B. beim Sandstrahlgebläse, oder über ihn hingleitet (Schleifstein, Schleifscheibe), oder auch rollend (lose) darüber hingeführt wird. Die verschiedenen Methoden werden immer Resultate ergeben, die ohne weiteres weder miteinander vergleichbar, noch für die Praxis verwendbar sind.

Aus dem Verhalten von Schleifmaterialien gegenüber den verschiedenen Werkstoffen kann die Leistungsfähigkeit am einfachsten und doch zuverlässigsten erkannt werden. Die Versuchsanordnung muß bei derartigen Prüfungen den Voraussetzungen beim Gebrauch in der Praxis möglichst nahe kommen. Als Prüfungsverfahren kommen in Betracht:

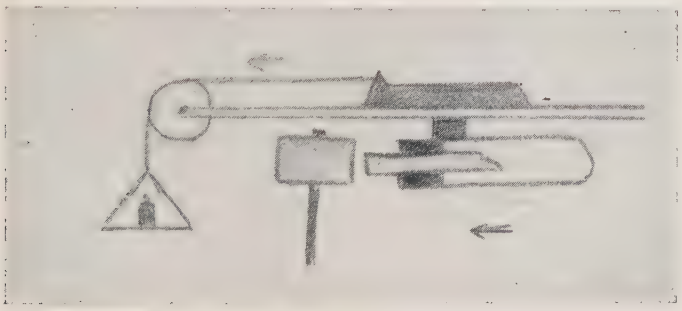
a) die Messung der materialabtragenden Wirkung und
b) die Untersuchung der durch das Schleifmittel hervorgerufenen Oberflächenbeschaffenheit.

Während die materialabtragende Wirkung als Prüfungsmethode schon mehrfach ausgewertet wurde, sind Untersuchungen über die Oberflächenbeschaffenheit nur in geringem Maße angestellt worden. Für die zahnärztliche Schleiftechnik hat die Oberflächengestaltung meist nur geringe Bedeutung, da mit den hier verwendeten Steinen eine genügende Glätte erreicht wird. Trotzdem sei das Verfahren erwähnt, die Oberfläche eines beschliffenen Gegenstandes durch ein Mikroskop zu betrachten und evtl. zu photographieren. Es hat den Vorzug weder von der Art, noch von der Form des Werkstückes abhängig zu sein; außerdem läßt diese Methode als einzige einen gewissen Rückschluß auf den Schleifvorgang als solchen zu. Der Nachteil besteht lediglich darin, daß die Beurteilung mit dem Auge nur einer subjektiven Schätzung gleichkommt, aber kein absolutes Maß abgibt; nichtsdestoweniger ist diese Methode verhältnismäßig am

weitesten verbreitet und gute mikroskopische Aufnahmen ergeben stets durchaus vergleichbare Resultate.

Zusammenfassend wird nochmals betont, daß alle Erfahrungen der allgemeinen Schleifindustrie und die hiebei geltenden Elementargesetze für das zahnärztliche Schleifen als grundlegend gelten müssen. Trotzdem sind sich die meisten Zahnärzte noch nicht darüber klar geworden, daß die mustergültigen Arbeitsmethoden der allgemeinen Industrie ohne weiteres auf das Arbeiten in der Zahnheilkunde zu übernehmen sind. Rohde schreibt hierüber: „Der Zahn ist ein Werkstück aus verschiedenen Werkstoffen (Schmelz, Dentin, Zement) die voneinander abweichende physikalische Gestalt bzw. Härtecharakter haben. Der Schleifstein ist ein Werkzeug, die Schleifmaschine eine Werkzeugmaschine . . . Diese Erkenntnis wird jedoch bei unseren zahnärztlichen Arbeiten meistens außer acht gelassen. Ohne Rücksicht auf Härte und Körnung der Schleifsteine, physikalische Beschaffenheit des Materials, Umfangsgeschwindigkeit des Steines, Druck usw. werden die Schleifarbeiten ausgeführt".

Die dem Verfasser bekannten, bisher vorgenommenen Leistungsprüfungen wurden nach dem Arbeitsprinzip der patentierten Versuchsmaschine der Firma Gebrüder Funke A.G., Düsseldorf, ausgeführt. Im Prinzip ähnlich, jedoch vereinfacht, ist die von Rohde angewendete und von Mathieu übernommene Leistungsprüfungsvorrichtung, deren Abbildung folgen soll:



Alle gemachten Versuche waren Bestimmungen über die materialabtragende Wirkung der von der Industrie gelieferten Steine an den vorkommenden Materialien. Sie haben durchweg die vorstehenden theoretischen Abhandlungen bestätigt und die Anwendungsgebiete für SiC und Elektrokorund unterstrichen. Die Versuche haben weiter gezeigt, daß für die einzelnen Werkstoffe Steine verschiedenster Korngröße und Härte erforderlich wären, um die bestmöglichste Leistung zu erzielen. Praktisch unmöglich ist es aber für jeden Zweck und Stoff das geeignetste Schleifinstrument in der richtigen Korngröße und Härte herzustellen, das etwa unter Angabe der genauen

Tourenzahl benutzt werden könnte. Die zahnärztlichen Arbeiten sind so vielseitig, daß der bisher vertretene Standpunkt, möglichst wenige Instrumente für möglichst viele Zwecke, nach wie vor aufrecht erhalten bleiben muß. Nach all den Versuchen war es Aufgabe einen geeigneten Mittelwert zu finden und zu halten, der möglichst vielen Anforderungen gerecht wird. Aus diesen Erwägungen heraus haben die schon angeführte Firma Gebrüder Funke A.G., Düsseldorf, wie auch andere Firmen verschiedene Steinsortimente in den Handel gebracht, die nicht unerwähnt bleiben sollen.

1. Sortiment: Grüne Steine.

Die grünen Steine sind aus SiC hergestellt und keramisch gebunden. Sie werden nur in einer Korngröße hergestellt, da jeder der grünen Steine ein möglichst grobes Korn enthalten muß, um mit ihm die größte Leistung vollbringen zu können. Die Korngröße richtet sich natürlich nach der Breite der Scheiben und der Größe der kleinen Spitzen. Ganz kleine Spitzen müssen ein feineres Korn haben als größere; Messerscheiben erfordern sinngemäß ein feineres Korn als grobe Schruppsteine. Zu jedem spanabhebenden Vorgang gehört eben das entsprechende Werkzeug. Die grünen Steine sind grobkörnige Schruppwerkzeuge, d. h. sie dienen zum Beschleifen von Kronen und Brückenpfeilern sowie zur Kavitätenpräparation. Hiebei kommt es in erster Linie auf schnelles, „schmerzloses" Arbeiten an, eine Bedingung, die nur ein grobkörniger Stein erfüllt.

2. Sortiment: Weiße Steine.

Die glatte Wandung der Kavität und die sorgsame Finierung der Schmelzränder ist eine Hauptvorbedingung für den gewünschten Erfolg. Der Finier- und Polierstein, d. h. der weiße Arkansasstein, hergestellt aus feingemahlenem Arkansassteinpulver und keramisch gebunden, ist für diese Arbeit unentbehrlich. Man benutzt ihn ferner zum Abschleifen von Zahnstein, zum Entfernen dunkler Stellen an Schneidezähnen, zum Beschleifen aller Silikat- und Halbsilikatfüllungen u. a.

3. Sortiment: Rote Steine.

Da sich für die Goldbearbeitung der Elektrokorund besser eignet als SiC, ist die Herstellung der roten Korundsteine erfolgt.

Der Wert nichtschleifender Flächen ist schon bei Erwähnung der Diamantschleifkörper der Firma Drendel & Zweiling, Berlin-Lankwitz, kurz beleuchtet worden. Die Diamantschleifwerkzeuge sind, wie gleichfalls dort angeführt, an denjenigen Flächen, die nicht schleifen sollen, nicht mit Diamantsplittern belegt, sondern auf Hochglanz poliert, ein Vorteil, der nicht hoch genug eingeschätzt werden kann.

Die gleiche Wirkung wird erzielt, wenn die Flächen, die nicht schleifen sollen, z. B. die Stirnseite eines Kegels, Zylinders o. ä., mit

Siegellack versehen werden. Noch bessere Erfolge werden erzielt, wenn in diese Flächen weiches Amalgam einrotiert und so die gewünschte, nicht schleifende Fläche erzielt wird. Dies Verfahren ist so einfach und vorteilhaft, daß es allgemeine Anwendung finden sollte.

Bedeutung der Schleifmaterialien in der Industrie.

Fast alle Zweige der Industrie sind heute auf die Mitbeteiligung der Schleif- und Poliermittelindustrie angewiesen, da fast alle Gegenstände, die der moderne Mensch gebraucht, geschliffen oder poliert sind. Somit spielt die Schleif- und Poliertechnik in der Massenanfertigung eine ausschlaggebende Rolle .

Das Schleifen verdrängt andere Arbeitsverfahren wie Sägen, Feilen, Hobeln, Drehen immer mehr, weil es hohe Genauigkeit, Sauberkeit und größte Gleichmäßigkeit gewährleistet. Infolge der überaus schnellen Entwicklung der Schleiftechnik wird aber in manchen Industrien leider noch nicht in dem Umfange und mit der Beachtung allgemein gültiger Gesetze geschliffen wie dies notwendig und nützlich wäre. Es ist dies teilweise auch auf die schlechte wirtschaftliche Lage der meisten Industriezweige zurückzuführen, welche die diesbezüglich notwendige, aber kostspielige Umstellung erschwert. Der amerikanischen Automobilindustrie ist es gelungen, durch Einführung modernster Schleif- und Polierverfahren die Produktionskosten teilweise um 30 % zu senken, ein Beweis dafür, welch wertvolle Dienste das Schleifen und Polieren in der Massenanfertigung leisten, aber auch dafür, daß eine Umstellung der deutschen Industrie im Interesse des siegreichen Konkurrenzkampfes unbedingt notwendig ist.

Bedeutung der Schleifmaterialien in der Zahnheilkunde.

Zwei Spezialgebiete der Zahnheilkunde sind heute ohne das Schleifen undenkbar geworden:

1. Die konservierende Zahnheilkunde.
2. Die prothetische Zahnheilkunde.

Die konservierende Zahnheilkunde hat die Aufgabe der Reinigung und Erhaltung der Zähne. Wie sie dieser am besten gerecht wird, soll in dem Kapitel über Kavitätenpräparationen näher ausgeführt werden. Während es sich hier darum handelt, kleinere oder größere Defekte an einzelnen normalen Zähnen auszugleichen, besteht die Aufgabe der prothetischen Zahnheilkunde darin, verloren gegangene Zahnreihenglieder teilweise oder ganz zu ersetzen. Man unterscheidet im wesentlichen:

1. Kronen- und Brückenarbeiten,
2. partielle und totale Prothesen.

Für Gruppe 1 kommen hauptsächlich Gold oder seine Ersatzpräparate sowie Legierungen zur Verwendung, während für Gruppe 2 der Ersatz natürlicher Zähne durch künstliche und deren Befestigung an herausnehmbaren Platten und Prothesen aus Metall oder Kautschuk in Betracht kommen.

Die Herstellung jeglichen Zahnersatzes zerfällt in zwei Hauptarbeitsgebiete:

a) in das Arbeiten im Munde des Patienten,

b) in die Herstellung des Ersatzes im Laboratorium.

Das Arbeiten im Munde besteht in den meisten Fällen hauptsächlich in der Vorbereitung der den Ersatz tragenden Pfeiler. Hierüber finden sich eingehende Erläuterungen im Kapitel über Stumpfpräparationen.

Die Herstellungsweise des Ersatzes im Laboratorium zu erklären, erübrigt sich an dieser Stelle. Hier ist nur die Ausarbeitung von Interesse.

Metallgegenstände werden mit Schleifsteinchen, Schleifpapier usw. geglättet und nachgestaltet, während Kautschukprothesen gewöhnlich mit Sticheln, Schabern und Stahlfräsen, aber auch mit SiC Schleifrädern behandelt werden.

Das sich anschließende Polierverfahren ist bei beiden Gruppen dasselbe. Mit Filzkegeln und -rädern, mit Bürsten, Wollrädern und Schwabbel- oder Lumpenscheiben, die sich an den Enden einer Poliermaschinenachse befestigen lassen, werden die Ersatzstücke unter Verwendung mit Bimssteinpulver-Wasser-Breies fein ausgeschliffen, sodann mit Schlämmkreide und Wasser oder Polierrot auf Hochglanz poliert.

Anwendungsbereich und -art von Schleifmaterialien. Konservierende Zahnheilkunde: Der letzte Teil dieser Arbeit behandelt die Anwendung der vielgestaltigen Schleifinstrumente in der modernen Zahnheilkunde. Bevor dieses Kapitel in Angriff genommen wird, soll zur klaren Herausstellung des gewaltigen Fortschrittes, den der Schleifstein in Bezug auf Raschheit, Sicherheit und schonungsvolles Arbeiten bedingt hat, ein kurzer Ueberblick über das am häufigsten in der täglichen Praxis anzuwendende Gebiet, die Kavitätenpräparation, ihre Vorkämpfer und geschichtliche Entwicklung, gegeben werden.

Unter Kavitätenpräparation versteht man die Formung und Gestaltung einer Höhle in einem Zahn zum Zwecke der Aufnahme der entsprechenden Füllung. Dieser Eingriff ist bei Vorhandensein eines kariösen Herdes eine therapeutische Notwendigkeit, erscheint aber auch indiziert, wenn für einen prothetischen Ersatz eine Fixation geschaffen werden soll. Die bedeutendsten Postulate zielbewußter Präparationstechnik sind: Erweiterung der Kavität

über die Gefahrzonen der zu Karies prädisponierten Stellen und Entfernung des erweichten und verfärbten Zahnbeines. In der Verfolgung dieser Hauptmomente ist die genaue Beachtung weiterer, den Dauererfolg bestimmender Regeln erforderlich.

Da man sich lange Zeit nur von kosmetischen Grundsätzen leiten ließ und sich häufig scheute über die Grenze des kariösen Prozesses hinauszugehen, um dabei keine gesunde Zahnsubstanz zu opfern, da man ferner besonders der Höhlengestaltung und Form die notwendige Bedeutung überhaupt nicht zuerkannte, waren die oben genannten Grundsätze nicht immer allgemein gültiges Leitmotiv. Bei einer derart übertrieben schonungsvollen Präparation war der kosmetische Erfolg oft ein recht zweifelhafter, weil die Füllung, die man verbergen wollte, entweder durch die stehengelassenen zu dünnen Schichten durchschimmerte oder den Schmelz bald verfärbte. Funktionell war ein Dauererfolg auf diese Weise deshalb nicht zu erzielen, weil nach kurzer Zeit infolge des Absplitterns von Schmelzpartikelchen am Rande der Kavität neue Defekte entstanden.

Die allzuängstliche Rücksichtnahme auf die gesunde Zahnsubstanz machte sich hauptsächlich in der meist ungenügenden Verankerung und dem dadurch entstehenden Mangel an Stabilität der Füllung fühlbar, oder der allgemein angewandte Unterschnitt, oft zu nahe an der Schmelz-Dentin-Grenze angelegt, unterminierte den Kavitätenrand, so daß diese Wand dem Kaudruck nicht lange standhalten konnte und einbrach. Die Erneuerung der Füllung mit den gleichen Fehlern in der Wandpräparation und der Verankerung konnte wieder keinen Dauererfolg herbeiführen, bis schließlich der Zahn, ein Opfer unexakter Präparationstechnik, für die Kaufunktion nur durch Ueberkronung erhalten werden konnte.

Solche Anschauungen über konservierende Behandlung der Zähne gaben B l a c k auf Grund seiner gewonnenen Erfahrungen Veranlassung, seine großzügigen Prinzipien der Kavitätenpräparation aufzustellen. Ihren höchsten Ausdruck finden sie in dem Verlangen nach der sogenannten „extension for immunity", von der man 3 Arten unterscheidet:

1. Die „extension for prevention", das ist die Ausdehnung der Kavität zur Verhütung sekundärer Karies. Sie verlangt die Erweiterung einer approximalen Kavität nach den Kanten zu, wo der Kavitätenrand der natürlichen und künstlichen Reinigung zugänglich ist. Außerdem hat die preventive Höhlengestaltung die Verlegung des Randschlusses unter den Gingivalsaum zum Ziel.

2. Die „extension for convenience" verfolgt den Zweck zur bequemeren Exkavierung die Kavität entsprechend zugänglich zu machen und stellt eine unerläßliche Forderung dar, da nur bei übersichtlicher Freilegung eine gewissenhafte Entfernung des kariösen Zahnbeines getätigt werden kann.

3. Die „precautionary extension" soll die dem Kaudruck ausgesetzten Ränder vor zu starker Inanspruchnahme und Absplitterung schützen. Schwache, gefährdete Randpartien müssen abgeschliffen und durch Füllungsmaterial ersetzt werden.

Die von Black angeftrebte und heute wohl allgemein angewendete Retentionsform ist die Kastenform, charakterisiert durch senkrechte oder ein wenig unter sich gehende Wände und ebenen Boden. Bei approximalen Kavitäten an Prämolaren und Molaren erfährt die Retentionsform in der Weise eine Modifikation, daß die Füllung auf der Kaufläche unter Opferung des Randwulstes durch Ausschneiden einer schwalbenschwanzförmigen Fissurenkavität verankert wird. (Fig. 1.)

Zwischen dieser neugeschaffenen Okklusalkavität und der approximalen besteht ein Niveauunterschied, weil mit Rücksicht auf die Pulpa eine Stufe angelegt werden muß. Bei Frontzähnen wird die Verankerung durch Unterschnitte gingivalwärts und durch Haftpunkte incisalwärts erzielt. Nur bei besonders großen Kavitäten empfiehlt Black entweder palatinalwärts oder gingivalwärts zur Retention einen Schwalbenschwanz anzulegen. (S. Fig. 10.)

Die Stellungnahme zu dieser umwälzenden, geradezu revolutionären Neuerung war fast ausschließlich ablehnend. Vor allem bei kleinen Kavitäten erkannte man keinen genügenden Grund, der Prophylaxe gesunde Zahnsubstanz zu opfern. Man beschränkte bei den gemäßigteren Gegnern die Anwendung auf gewisse Fälle, war aber auch gegen die Schematisierung der Präparationsrichtlinien durch die Black'schen Regeln. Wenn auch heute der Meinungsunterschied der verschiedenen Autoren über die Indikation der mitunter recht eingreifenden Extension for immunity mit Kauflächenverankerung nicht mehr so weitgehend ist wie unmittelbar nach der Veröffentlichung Black's, so bleibt doch das Bekenntnis zu Black's Prinzipien bei den meisten nicht ohne Einschränkung.

W a l k h o f f z. B. vertritt den Standpunkt, daß eine nicht nach den allgemeinen Blackprinzipien präparierte Kavität mit Schonung der Zahnsubstanz auf Jahre hinaus mit einer Füllung versehen sein kann, ohne daß Kariesrecidive auftreten und daß in solchem Falle noch immer Zeit bei Wiederholung der Füllung für die Black'sche Präparation bleibt. Besonders bei Frontzähnen empfiehlt Walkhoff an Stelle der rigorosen Befolgung dieser Forderung an der labialen Wand die Stützung der stehengelassenen Wand durch eine Zementunterlage.

Kantorowicz ist der Ansicht, daß man vor allem aus kosmetischen Rücksichten den Forderungen nach Extension for immunity nicht immer folgen könne, ebenso wie man mitunter gezwungen sei, gelegentlich auch dünne, vom Dentin nicht unterstützte Schmelzstücke stehenzulassen.

Feiler und Peckert wenden sich wegen der Gefahr der Pulpaeröffnung beonders gegen die occlusale Verankerung; doch sind die Fälle der Pulpaschädigung bei genauer Beachtung der topographischen Verhältnisse wohl äußerst selten. Auch bei tiefem Ausschneiden der Schwalbenschwanzkavität ist der Boden meist noch relativ weit von den Pulpenhörnern entfernt.

Feiler ist gegen die strikte Anwendung der Black'schen Prinzipien insbesondere bei den mesio-occluso-distalen Kavitäten oberer Prämolaren, weil dann die Gefahr einer Fraktur gegeben ist. Durch die Artikulationsverhältnisse und die vorkommenden anatomischen Besonderheiten liegt die Spaltung des Zahnes im Bereich der Möglichkeiten. Fast stets wird es der schwächer entwickelte, vom vollen Kaudruck getroffene linguale Höcker sein, der einbricht. Bei besonders tiefen Fissuren wird die Gefahr am größten sein; sie läßt sich jedoch durch besonders breites Ausschneiden der occlusalen Verbindungskavität vermeiden, da der Kaudruck dann von der Füllung aufgefangen wird und die Höcker entlastet sind. Durch Abschleifen des gefährdeten lingualen Höckers um 2—3 mm und Ersetzung des Abschliffs durch Füllungsmaterial gibt man ihm den sichersten Schutz.

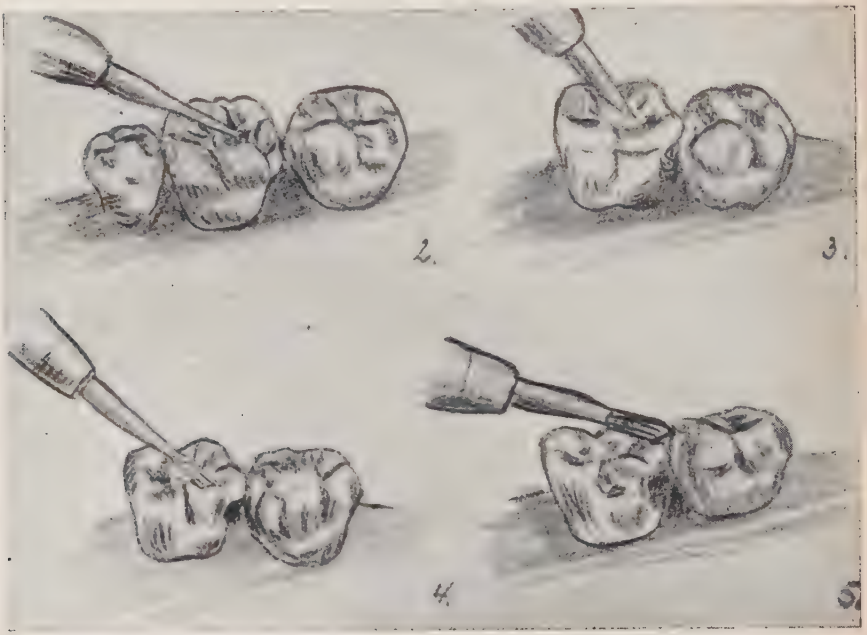
Wenn man nach der Forderung Feilers, um die Gefahr einer Zahnfraktur auszuschalten, beispielsweise die disto-approximale Kavität auf der Kaufläche verankert, die mesio-approximale jedoch gesondert füllt, wird der stehengelassene mesiale Randwulst fast stets so geschwächt werden, daß er über kurz oder lang dem Kaudruck nicht standhält und einbricht.

Das Bestreben und Ziel der reparativen Maßnahmen muß immer dahingehen, die Funktionstüchtigkeit des Zahnes für seine weitere Lebensdauer wieder voll herzustellen und ihn vor weiteren Defekten zu schützen. Dieses Ziel ist ohne Rücksicht auf Erwägungen kosmetischer Art im Auge zu behalten, wie es ebenso im Interesse der Verankerung und Haltbarkeit der Füllung in allen Fällen anzustreben ist.

Praktische Demonstrationen auf dem Gebiet der Kavitätenpräparation sind wohl selten. Auch genaue theoretische Anleitungen finden sich in keinem der bekannten Lehrbücher. Die Besprechung erstreckt sich gewöhnlich auf die Gestalt der zur Aufnahme der Füllung fertigen Kavität und schließt mit einer Aufzählung der bei der Präparation verwendeten Instrumente.

Die gewissenhafte Präparation erfordert ein reichlich Maß von Zeit und Geduld. Es ist deshalb für den Behandelnden von größter

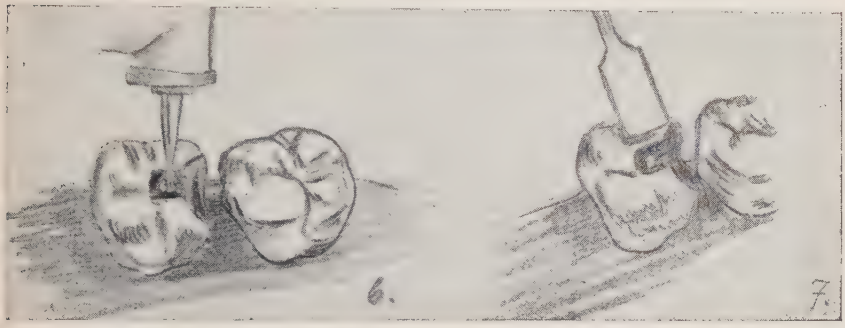
Bedeutung, die dabei notwendigen Instrumente zu kennen, sie richtig auszuwählen und auf ihre Eignung hin zu prüfen. Aus diesem Grunde folgt eine Erörterung der Frage, inwieweit die von Black in seiner „Konservierenden Zahnheilkunde" beschriebene Art der Kavitätenpräparation mit den dabei benützten Hilfsmitteln den heutigen Fertigkeiten und den Bedürfnissen moderner Praxis entspricht, oder ob der damalige Standpunkt einer Revision bedarf.



Der Gang der Präparation ist nach Black's Angaben folgender: Grübchen- und Fissurenkavitäten werden mit Rundbohrern verschiedener Größe freigelegt. Die Vergrößerung der Höhle wird mit Handinstrumenten nach Unterminierung der Ränder vorgenommen. Es folgt hierauf das Exkavieren der Höhle und dann die Präparation der Retensionsform mit Hilfe von Kegelbohrern; das Finieren geschieht durch Abschaben des Randes mit einem Meißel. Bei großen Kavitäten fällt das Eröffnen mit dem Bohrer fort und man beginnt sogleich mit den Handinstrumenten.

Weit komplizierter und zeitraubender ist der Black'sche Präparationsgang bei approximalen Herden, bei denen im Interesse der Uebersichtlichkeit die Abtragung des Randwulstes notwendig wird. Zu diesem Zweck nimmt man zunächst von dem der Karies gegenüberliegenden Grübchen seinen Ausgang und dringt mit einem Rund- oder Drillbohrer gegen den Kariesherd zu vor. (Fig. 2 und 3.)

In den dadurch entstehenden Kanal wird ein Fissurenbohrer eingeführt und der Randwulst nach oben aufgeschnitten. (Fig. 4.) Man kann auch von occlusal aus die Randpartie mittels eines dicken Fissurenbohrers durchsägen. (Fig. 5.) Die Vorbereitung der Kavität wird auch hier wieder durch mühsames Unterminieren und Abspalten des überhängenden Schmelzes erreicht, bis die Karies übersichtlich aufgedeckt ist.



Die Herstellung des Schwalbenschwanzes geschieht in der Weise, daß mit einem Kegelbohrer an der Schmelz-Dentingrenze von approximal her bis gegen die Querfissur vorgedrungen und nach Unterschneiden des Schmelzes die Kavität mit Schmelzmessern verbreitert wird. (Fig. 6 und 7.) Das scharfe Ausprägen des Schwalbenschwanzes soll mit Hilfe eines feineren Fissurenbohrers erfolgen. Ganz besondere Anforderungen an die Geduld des Operateurs stellt jedoch die Durchführung der Extension for prevention bei einer approximalen Karies von geringer Ausdehnung, da nämlich nach den Kanten noch eine dicke, feste Schicht abzutragen ist. Das zu diesem Zwecke empfohlene abwechselnde Unterminieren und Einbrechen ist äußerst mühevoll und zeitraubend.

Bei den Frontzähnen ist der Arbeitsgang der gleiche. Der Schmelz wird mit Meißeln abgetragen und zur Extension unterminiert. Die zur Verankerung erforderlichen Rinnen und Haftpunkte legt Black mit den verschiedenen Beilen und Hauen an. Labiale bzw. buccale sowie linguale Kavitäten präpariert Black in ähnlicher Weise.

Die von Black zur Kavitätenpräparation empfohlenen Instrumente sind also Meißel, Beile, Hauen und verschiedengestaltige Bohrer.

In den Lehrbüchern der konservierenden Zahnheilkunde von Müller und auch Parreidt finden sich zur Vorbereitung der Kavität zur Aufnahme einer Füllung ebenfalls nur Schmelzmesser, Exkavatoren und Bohrer vermerkt. Bei Peckert ist sowohl bei der Beschreibung des Präparationsvorganges sowie des dabei verwendeten Instrumentariums ganz von Black'schen Angaben ausgegangen.

Drill- oder Sperrbohrer will auch Walkhoff vor allem zur Trepanation verwendet wissen.

Die teilweise begründete Furcht des Patienten vor dem Bohrer ist geradezu traditionell. Die unliebsamste Begleiterscheinung dürfte die infolge der Reibung bewirkte Wärmeentwicklung sein. Heißgelaufene Bohrer lösen häufig bei normaler Dentinsibilität schon recht beträchtliche Schmerzen aus. Durch das Anschlagen jeder Bohrerschneide wird das Akustische des Geräuschs für empfindliche Patienten zur Qual. Der Bohrer ist aber auch bei der durch Ermüdung erschwerten Konzentration ein nicht unbedenkliches Werkzeug, da selbst bei geringem Druck ein Ausgleiten über den Schmelz durchaus im Bereich des Möglichen liegt. Schon wiederholt wurden schwere Verletzungen des Mundbodens und vor allem der Gingiva beschrieben. Wenn auch normalerweise bei der großen Heilungstendenz von Schleimhautläsionen im Munde in wenigen dieser üblen Zufälle ernstere Folgen entstehen, ist doch immer die Gefahr der namentlich auf dem Mundboden drohenden Abszedierung gegeben.

Die Rücksicht auf die Furcht des Patienten vor dem Bohrer wird wohl auch Black bewogen haben, Schmelzmesser und Meißel so häufig zu benutzen. Das leichte und dabei doch sichere Halten des Schmelzmeißels stellt bei besonderer Anwendung vor allem palatinal im Bereich der Molaren relativ hohe Anforderungen an die Geschicklichkeit des Operateurs. Unbeabsichtigtes Ausgleiten des Instrumentes unter Verletzung der Weichteile oder überflüssige Abtrennung gesunder Substanzteile sind häufig unliebsame Folgen einer solchen Präparationsmethode. Gerade die Gewalt des Hammerschlages, die der Dicke des abzusprengenden Schmelzes entsprechen muß, empfindet jeder Patient als eine lästige, oft sogar äußerst empfindliche Erschütterung. Durch öfteres Wiederholen des Schlages bei zu schwacher Ausführung wird das Unbehagliche dieses Eingriffs für den Patienten nur gesteigert. Ist der Schlag aber zu stark, dann bricht nicht selten ein größeres Stück Kavitätenwand ab als beabsichtigt war, ein Mißgeschick, das selbst dem geübtesten und gewissenhaftesten Praktiker widerfahren kann. Bei Anwendung des Schmelzmeißels in Daumen-Handteller-Stoßgriff wird jedem Patienten durch das gewaltsame Andrücken ein körperliches Unbehagen bereitet, das sich in der Angst bekundet, das Instrument könnte ausgleiten und in die Gingiva oder den empfindlichen Kavitätenboden getrieben werden. Die gewaltsame Maßnahme und die Erschütterungen, die durch die Verwendung des Meißels im Zahne bewirkt werden, haben diese Arbeitsmethode fast ganz aus der modernen Kavitätenpräparation verdrängt.

Die Nachteile einer solchen Präparationstechnik verteilen sich nach diesen Erwägungen in gleicher Weise auf den Patienten und den Behandelnden: Dem Patienten werden

durch den Bohrer infolge der Erhitzung oder des Schlagens Schmerzen verursacht; bei Anwendung des Meißels schwebt der zu Behandelnde in beständiger Angst vor einer Verletzung durch dieses Instrument und empfindet den Hammerschlag als lästige Erschütterung.

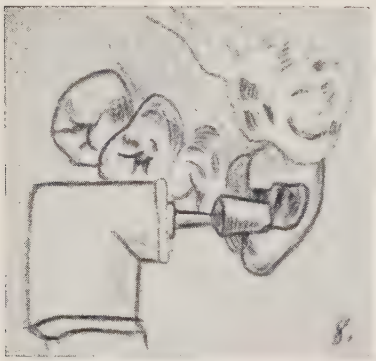
Auf der Seite des Operateurs tritt infolge der langen Dauer der Behandlung bei einer solchen Präparationstechnik, hervorgerufen durch das Zuwarten bei Heißlaufen des Bohrers, durch das häufige und wiederholte Wechseln der Instrumente und vor allem dadurch, daß der Bohrer zur Bearbeitung harter Zahnsubstanzen oft unzureichend ist, frühzeitige Ermüdung ein. Die psychische Aengstlichkeit sowie die oft körperliche Ablehnung des Patienten kosten den Behandelnden unnötige Nerven- und Arbeitskraft.

Exakte wissenschaftliche Forschungen und hohe technische Leistungen der Schleifmittelindustrie boten die Möglichkeit die soeben besprochenen, ermüdenden Arbeitsmethoden durch weitgehendste Anwendung der Schleifsteine zu verdrängen. Erst der Schleifstein hat Black's Präparationsgrundzügen zum entgültigen Sieg verhelfen können. Ein Großteil der Lehrbücher empfiehlt auch heute noch zur Eröffnung und Vorbereitung der Höhle Meißel, Messer und Bohrer. Die Verwendung von Steinen ist nur bei der Kavitätenpräparation für Einlagefüllungen geläufiger, beschränkt sich allerdings auf allerletzte Formung der Höhle und bezweckt meist nur ein Glätten der Wände.

Parreidt empfiehlt kleine Karborund- oder Arkansassteine nur zum Glätten der nach der Arbeit mit dem Schmelzmesser gebliebenen scharfen, zackigen Ränder. Feiler eröffnet bei labialen Kavitäten der Frontzähne die Höhle und unterschneidet mit Rosenbohrern oder keilförmigen Exkavatoren. Karborundsteine empfiehlt der gleiche nur noch bei approximalen Kavitäten der Frontzähne. Walkhoff verwendet walzenförmige Steine neben Fissurenbohrern zur Anlegung des Schwalbenschwanzes. Peckert ersetzt den Bohrer durch ein Karborundsteinchen nur bei 2 gegenüberliegenden approximalen Kariesherden zur Eröffnung der Kavitäten. Kantorowicz stimmt der Verwendung von Schleifsteinen bei Einlagefüllungen bereits vollkommen zu, will jedoch auf Bohrer oder Handinstrumente in keiner Weise verzichtet wissen.

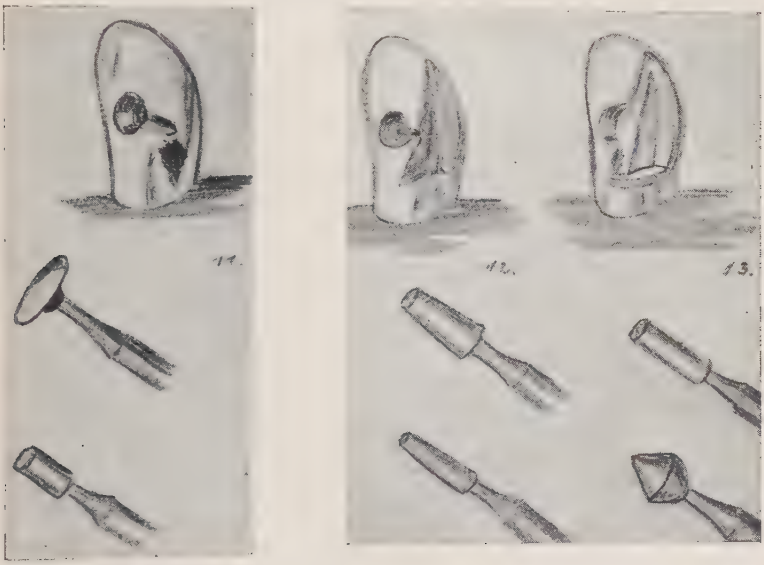
Die einwandfreie Arbeitsweise der Schleifsteine macht es trotz allem zur Pflicht sie ohne Einschränkung zur Kavitätenpräparation zu verwenden. Alle in den vorhergehenden Kapiteln gemachten Angaben über Schleifrohstoffe, Korngröße, Härte, Bindung, Bedingungen zur Erreichung von Höchstleistungen usw. gelten bei nachfolgender Abhandlung in vollem Maße. Sei werden somit als bereits bekannt unerwähnt gelassen. Als kleiner Nachtrag bleibt noch der Rotationsrichtung zu gedenken. Sie ist von großer Wichtigkeit einerseits zur vollen Ausnützung der Schleiffähigkeit, andererseits zur Verhinderung des für den Patienten unangenehmen Anschla-

gens. Man prüft die Rotationsrichtung am besten in der Weise, daß man den Stein auf der Beere des Zeigefingers laufen läßt und dabei das Hand- oder Winkelstück in der beabsichtigten Schleifrichtung bewegt. Der Stein muß dann in der entgegengesetzten Richtung laufen, darf also auf dem Finger nicht die gleiche Bewegungstendenz haben. Bei Beachtung dieser Forderung kann das Steinchen mit seiner ganzen Schleifkraft angreifen und überdies wird ein Ausgleiten vermieden.

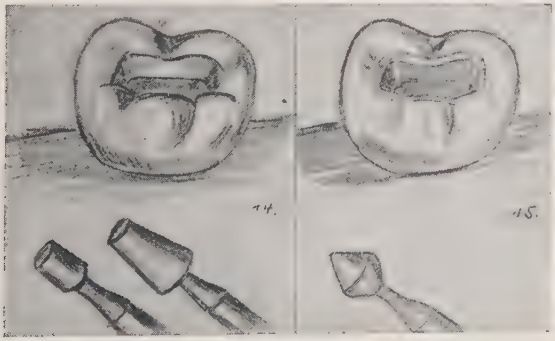


Die Präparationstechnik unter Verwendung von Schleifsteinen ist folgende: Bei Frontzähnen einschließlich Eckzahn wird die erste Erweiterung einer Kavität entweder mit Linsensteinchen oder bei nur geringer Entkalkung mit zylinderförmigem Stein vorgenommen, sodann mit einem kegelförmigen Stein erweitert und der eventuell notwendige Schwalbenschwanz palatinalwärts mit Zylinder- und Kegelsteinen geformt. (Fig. 8, 9, 10.) Bei Entkalkungserscheinungen an der lingualen und distalen Fläche werden beide Herde mittels Linsensteinen durch eine Furche verbunden; mit Zylindersteinen wird die distoaxiale und gingivale Wand mit lingualer Stufe angelegt. (Fig. 11, 12, 13.) Bei der Präparation einer einfachen okklusalen Kavität an Molaren, gleich welchen Kiefers, wird nach Entfernung der erweichten Massen und der überhängenden Schmelzwände die Kavität mit Linsen- oder Radsteinchen den Fissuren entsprechend eröffnet. (Fig. 14, 15.) Grübchenkavitäten werden mit kugeligen oder spitzen Steinen eröffnet, die Präparation mit Zylinder- oder Kegelsteinen beendet. Mit zylinderförmigen Steinen werden die Wände aller okklusalen Kavitäten senkrecht gestaltet und schließlich das äußere Drittel der Wandung

mit Kegelsteinen abgeschrägt. Bei labialen oder lingualen Kavitäten erfolgt die Präparation mit denselben Steinen wie bei okklusalen Kavitäten unter entsprechender Drehung des Kopfes des Patienten. (Fig. 16, 17.)



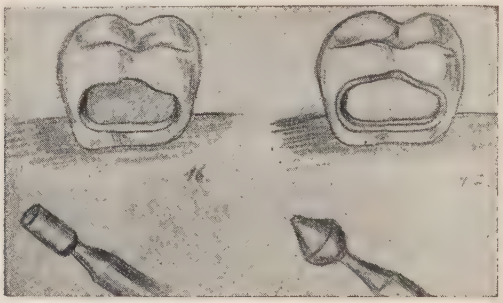
Bei komplizierten Kavitäten muß das Problem der Verankerung Gegenstand ganz besonderer Aufmerksamkeit sein, besonders dann, wenn die Höhle auch die Kaufläche umfaßt.



Handelt es sich z. B. um eine labiale und okklusale Fläche, dann muß die okklusale lingualwärts abfallen und in einem spitzen Winkel zum senkrechten Teil der lingualen Kavitätenfläche des Zahnes stehen, während die labiale Kavitätenfläche einen rechten Winkel mit den unteren Zweidritteln des gingivo-labialen Teiles der labialen

Seite der Kavität bildet. Bei Karies der lingual-okklusalen Fläche wird die Präparation das Gegenstück des Gesagten erfordern.

Wenn die distale und okklusale Fläche in den Höhlenbereich einbezogen ist, muß die okklusale mesialwärts abfallen und in einem spitzen Winkel zur senkrechten mesialen Wand stehen, während die distale Kavitätenwand mit den inneren beiden Dritteln des gingivodistalen Teiles der distalen Seite der Kavität einen rechten Winkel bilden muß. Bei der mesial-okklusal Kavität ist eine entsprechende Aenderung der Präparation erforderlich.

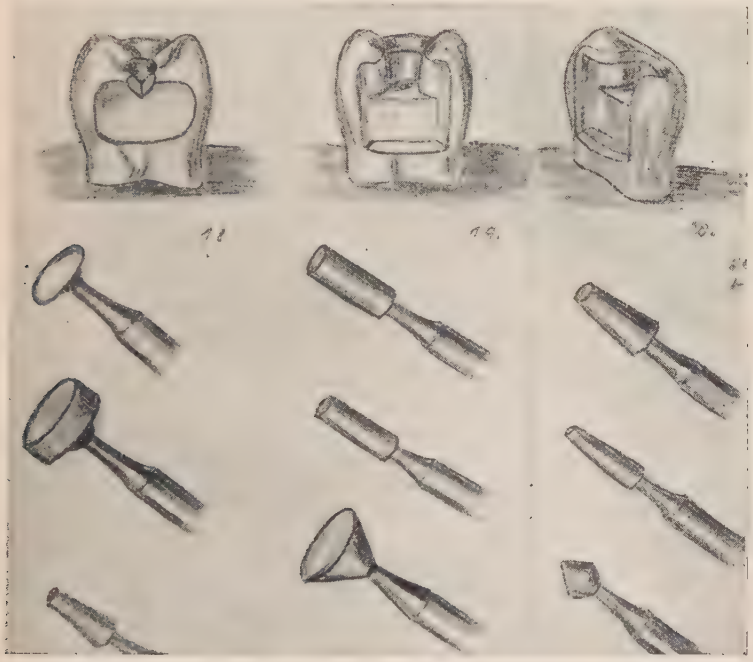


Bei den angeführten komplizierten Kavitäten wird nach Entfernung der erweichten Massen und der überhängenden Schmelzwände, sofern solche vorhanden, der erste Schritt mit einer einseitig schneidenden Scheibe gemacht. Auf diese Weise wird die mesialesivedistale Wand einschließlich der buccalen und lingualen Winkel entfernt und zwar so, daß die dadurch entstandene Fläche leicht gegen die Kaufläche geneigt ist. Der okklusale Teil der Kavität wird nun mit zylinder- und kegelförmigen Steinen erweitert und, wenn nötig, mit Hilfe von Linsen- oder Radsteinen mit der distalen resp. mesialen Kavität verbunden. Hierauf wird die distale bzw. mesiale Fläche mit Zylindersteinen kastenförmig präpariert, indem die inneren Zweidrittel des gingivalen Teiles der distalen resp. mesialen Seite der Kavität rechtwinklig und die disto-lingualen und die disto-buccalen resp. mesio-lingualen und mesio-buccalen Wände der Kavität parallel zur Achse des Zahnes angelegt werden. Das äußere Drittel dieser axialparallelen Flächen sowie das äußere Drittel des gingivalen Bodens werden mit Kegelsteinen etwas abgeschrägt; der okklusale Graben wird mit Zylindersteinen endgültig erweitert und alle Ränder werden mit Kegelsteinen finiert. Diese Technik für komplizierte Kavitäten ist gleichartg für obere und untere Molaren sowie mit entsprechend kleinen Steinen für obere und untere Prämolaren. (Fig. 18, 19, 20.)

Jede mesio-okkluso-distale Kavität sollte so angelegt sein, daß ihre Wände leicht konvergieren. Dies ist für gegossene Füllungen eine der wichtigsten Grundregeln, da nur so die sonst sehr

störenden, einen einwandfreien Sitz des Inlays illusorisch machenden Verziehungen des Wachses und die Kontraktion des verwendeten Metalles ausgeschaltet werden können.

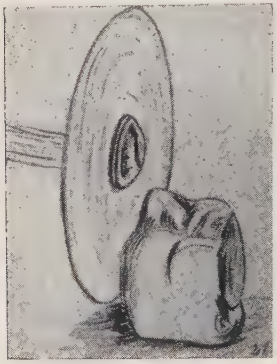
Bei der Behandlung eines Zahnes, der an der mesialen, distalen und okklusalen Fläche zerstört ist, gilt nunmehr folgendes: Mit einseitig schneidenden Karborundscheiben wird die mesiale und distale Wand unter Einschluß der lingualen und buccalen Kanten entfernt



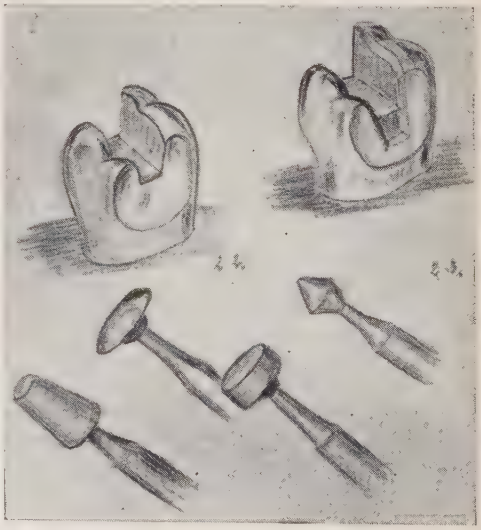
in der Art, daß mesiale und distale Flächen geschaffen werden, die leicht konvergieren. Soweit notwendig, wird nun mesiodistalwärts eine Furche mit Linsensteinen oder kleineren Rädern geschnitten, diese mit kegelförmigen Steinen erweitert, die Wände werden senkrecht gestaltet und mit Kegelsteinen abgeschrägt. Ist an der mesialen und distalen Fläche die Karies weiter vorgedrungen, so wird ebenfalls mit Zylindersteinen eine Stufe angelegt wie bei der m.-o. Füllung bereits angegeben. Hierauf finiert man alle Ränder mit Arkansassteinen oder feinen Sandpapierscheiben. (Fig. 21, 22, 23.)

Da bei allen Kavitäten der Rand es ist, der die Prädilektionsstelle für sekundäre Karies darstellt, ist diesem Teil des Arbeitsganges in jedem Falle ganz besondere Beachtung zu schenken. Alle Ränder müssen eine finierte Oberfläche besitzen bevor die Präparation einer Kavität als beendet anzusehen ist. Die dünnen

Schmelzränder sind solange mit entsprechenden Steinen zu beschleifen, bis das gesunde tragfähige Dentin sichtbar wird. Um die Möglichkeit des Vorhandenseins kurzer, brüchiger Schmelzprismen auszuschalten, werden alle Ränder abgeschrägt.

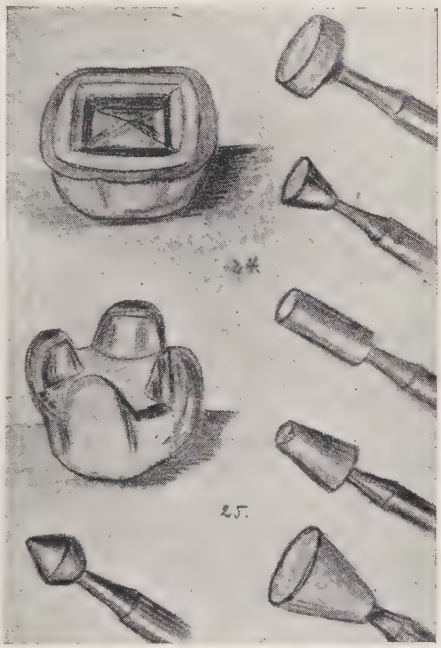


Unter den Zähnen, die durch Abnutzung besonders stark dezimiert wurden, finden sich auch solche, bei denen alle Flächen des Zahnes an der Karies beteiligt sind. Wenn in solchen Fällen die Restaurierung anstatt durch Ueberkronung durch eine Füllung erfolgen soll, besteht das Problem darin, die Oberfläche der Füllung, die mit dem Zahn in Berührung kommt, möglichst groß zu gestalten. Dies ist am besten durch giebelartige Präparation des okklusalen Teils der Kavität zu erreichen, wobei natürlich die Größe von Zahn und Kavität stets zu berücksichtigen ist. Mit umgekehrt kegelförmigen Steinen im Winkelstück werden an der Kaufläche 4 Facetten geschliffen, je eine an der buccalen, lingualen, distalen und mesialen Seite. Auf diese Weise werden Flächen geschaffen, die vom Zentrum des Zahnes nach den 4 Richtungen hin abfallen. Jede von ihnen bildet mit der äußeren senkrechten Kavitätenwand einen spitzen Winkel. Das äußere Drittel dieser Wände wird mit Kegelsteinchen abgeschrägt, wobei der Grad der Abschrägung mit der Neigung der 4 Flächen korrespondieren soll. Die labialen, distalen, lingualen und mesialen Wände werden ebenfalls abgeschrägt, so daß der ganze Zahn in doppelter Hinsicht ein giebelartiges Aussehen erhält. (Fig. 24.)



Ein anderer Typ sogenannter komplexer Kavitäten ist dann gegeben, wenn die Karies alle Grübchen und Fissuren ergriffen hat, die jeder Zahn an seiner Oberfläche aufweist. Ueber die Kaufläche sol-

cher Zähne wird am besten entsprechend dem Verlauf der Fissuren ein Kreuz mit Linsen- oder Radsteinen geschnitten. Der Schnitt muß an den Seiten etwas tiefer geführt werden als die Karies vorgedrungen ist. Mit Zylinder- oder auch Radsteinen wird das Kreuz erweitert und alle Wände senkrecht gestaltet. Das äußere Drittel wird mit Kegelsteinen abgeschrägt. (Fig. 25.)



Aus dem Vorhergegangenen ist klar ersichtlich geworden, daß der technisch vollendete Stein, angewandt unter den gemachten Kautelen, den Gebrauch des Bohrers auf die Entfernung alter Füllungen, auf Eröffnung der Pulpenkammer nach Bloßlegen des Dentins, auf die Formung ganz kleiner Kavitäten, auf die Anlage von Unterschnitten und bei großen Kavitäten eventuell auf das Ausprägen ganz scharfer Konturen, Ecken und Kanten beschränkt werden kann. Die generelle Benutzung von Steinen bei allen Kavitäten und die Einschränkung der Bohrverwendung entlastet in jeder Beziehung und hat dabei noch den unschätzbaren Vorteil, für den Patienten bedeutend schonungsvoller zu sein.

Stets geltende und für die Kavitätenpräparation besonders wichtige Gesichtspunkte und Richtlinien seien kurz zusammengefaßt:

1. Jede Präparation hat unter dem Gesichtspunkte des Dauererfolges ohne Rücksicht auf gesundes Zahnmaterial zu erfolgen. Die Kavität soll eine Form haben, welche die Füllungsränder in ein Gebiet möglichster Immunität bringt. Diese Forderung ist schlechthin Black's Postulat „extension for prevention". Ihre Notwendigkeit steht für den Laienverstand des Patienten häufig im Widerspruch zu dem Zustand des Zahnes. Jedoch darf sich der Behandelnde dadurch auf keinen Fall dazu bestimmen lassen, bezüglich der Grenzen der Ausdehnung irgendwelche Konzessionen zu machen. Die „extension for immunity" und die Stufenverankerung sind unter allen Umständen auszuführen.

2. Jede Kavität soll eine Reihe von blanken Flächen darbieten, die möglichst geeignet sind, dem Kaudruck Widerstand zu leisten und eine Fraktur des Zahnes hintanzuhalten.
3. Die Ränder einer Kavität sollen so präpariert sein, daß der Schmelz geschützt ist und die bei der Okklusion und während des Kauaktes wirkenden Kräfte für ihn nicht schädlich sind.
4. Die Kavität soll eine Reihe von Winkeln und Flächen haben, die möglichst geeignet sind der Tendenz einer Dislokation der Füllung entgegenzuwirken, mindestens aber Widerstand zu leisten.
5. Bei der Auswahl der notwendigen Instrumente muß heute mehr denn je die Rücksichtnahme auf den Patienten bestimmenden Einfluß ausüben. Deshalb sollen Instrumente mit stoßender, schabender oder schlagender Arbeitsweise tunlichst aus dem Präparationsinstrumentarium des Zahnarztes verschwinden. Es empfiehlt sich die Benutzung des sich erhitzenden, schlagenden Bohrers möglichst einzuschränken und die weit milderen Steinchen zu verwenden, und zwar:
   a) Linsensteinchen zum Aufschneiden der Fissuren oder zur Herstellung des Kavitätenumrisses.
   b) Kugelförmige Steine und Spitzen zur Aufdeckung der Grübchenkaries.
   c) Separierscheiben zur Abtragung des Randwulstes bei approximaler Karies.
   d) Große Kegel oder dicke Spitzen im Winkelstück zur Vertiefung disto- und mesio-approximaler Höhlen und zur giebelartigen Gestaltung des Bodens komplexer Kavitäten.
   e) Kubische- oder Zylindersteinchen zur Ausprägung des Schwalbenschwanzes und zur Ebnung des Kavitätenbodens sowie Senkrechtgestaltung der Wände, außerdem zur Formung lingualer und buccaler Kavitäten.
   f) Kegelförmige Steine zur Anlage einer unter sich gehenden Wand oder eines Unterschnittes sowie zur Flächengestaltung bei komplexen Kavitäten und zum Abschrägen der Ränder.

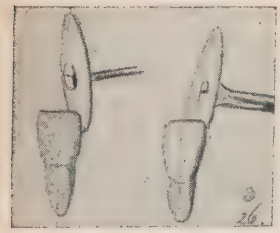
Die Anwendung von Schleifsteinen in der Prothetik: Die Technik der Stumpfpräparation für Bandkronen mit Steinen ist in so ausgedehntem Maße Gemeingut geworden, daß hierüber eine eingehendere Betrachtung überflüssig erscheint. Bei Beachtung der gemachten Angaben über Umdrehungsgeschwindigkeit, Rotationsrichtung, Härtegrad und Korngröße, Wärmeableitung durch Berieselung u. a. wird selbst die Präparation bei lebender Pulpa, wie sie zur Gestaltung eines Zahnes als Brückenpfeiler oft erforderlich wird, keine allzugroßen Schwierigkeiten entgegensetzen. Es bliebe nun noch die Anwendungsweise der Schleifsteine bei Präparation von Halb- resp. Dreiviertelkronen zu besprechen.

Ueber die Präparation von Dreiviertelkronen an Molaren und Prämolaren seien zunächst einige allgemeine Regeln angeführt. In erster Linie soll so wenig wie möglich von den mesio- und disto-lingualen Winkeln vom Zahne entfernt werden, d. h. nur ebensoviel als notwendig ist, um den dünnsten gingivalen Rand an diesen Punkten herzustellen.

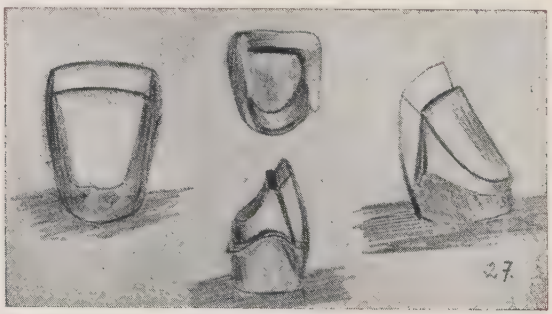
Diese Präparationsart soll die Krone gegen ein Verschieben lingualwärts schützen und einen genügend festen Halt am Zahn verbürgen. Soll eine Dreiviertelkrone als Pfeiler dienen, ist die „extension for prevention" im extremsten Sinne durchzuführen; die mesio- und disto-buccalen Ecken sind weit genug buccalwärts zu verlegen, um die Ränder, auch wenn die Brückenzwischenglieder fertig sind, in ihrer ganzen Länge sichtbar zu erhalten. Ein Versäumnis in dieser Hinsicht würde eine sekundäre Karies zur Folge haben. In die Kaufläche sollen keine Vertiefungen und Furchen angelegt werden, sondern sie soll die Form einer Stufe annehmen, die mit der buccalen Wand der Präparation einen leicht spitzen Winkel bildet. Der untere Molar ist der einzige Zahn im Munde, bei dem die Möglichkeit besteht, die buccale neben der mesialen distalen Fläche als dritte zur Präparation einer Dreiviertelkrone heranzuziehen, während bei allen anderen Zähnen nur die linguale Seite hiefür in Betracht kommt. Der Grund für diese Verschiedenheit liegt in der natürlichen Lingualneigung dieser Zähne, die ein Abschleifen der buccalen Fläche zur Aufnahme der Krone nur in sehr geringem Ausmaße erfordert. Bei Patienten, bei denen solche Arbeiten notwendig werden, sind wohl Kavitäten am Gingivalrande der buccalen Fläche häufiger, wenn nicht die Regel, während man an der lingualen Seite meist die gegenteiligen Verhältnisse antrifft.

Das ausgedehnteste Gebiet der Anwendung der Dreiviertelkronen liegt an den 6 vorderen Zähnen. Die Technik der Präparation, die in ganz ähnlicher Weise auch für den Eckzahn gilt, wird in großen Zügen für einen Schneidezahn nachstehend beschrieben..

Mit einer Separierscheibe werden die ersten Schnitte ausgeführt und dadurch die Kontaktpunkte der mesio- und disto-lingualen Kanten entfernt. Die Scheibe muß leicht konvergierend gegen das incisale Ende der Längsachse des Zahnes geneigt sein. (Fig. 26.) Die inkorrekte Haltung hat häufig ein schlimmes Ende zur Folge, da man am Gingivalrande unvorsichtiger Weise zu viel Zahnsubstanz entfernt und so gezwungen ist vom oberen Kronenteil ein Großteil wegzuschleifen, um die Krone aufsetzen zu können. Dies hat nicht nur eine Schwächung des Stumpfes zur Folge, sondern macht den Zahn durch Pul-

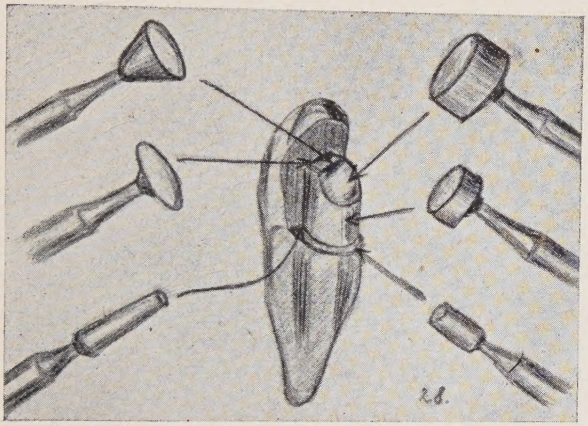


pennähe sehr überempfindlich. Um eine Verletzung der im Kontakt stehenden Nachbarzähne zu vermeiden, erfolgt das Beschleifen entweder mit einseitig beschickter Stahlscheibe oder, nach vorhergegangenem Separieren und Schützen des Nachbarzahnes durch eine Metallmatrize, mit einer Karborundumscheibe. Nunmehr wird mit einer Scheibe oder einem Rad eine genügende Menge der lingualen Schmelzplatte entfernt, um Platz für die Krone zu schaffen und Schutz für die Schneidekante zu erhalten. Der Schutz des incisalen Endes erfolgt durch eine breitangelegte Abschrägung in ganz derselben Weise und aus dem gleichen Grunde, wie bei einer Porzellanfacette in einer Brücke. Mit Hilfe von kleinen zylindrischen Spitzen erfolgt hierauf die Anlage der incisalen Stufe, die mit einem großen umgekehrt kegelförmigen Bohrer letzte Kantenschärfe erfährt. Durch diese Stufe wird im Verein mit der lingualen Platte eine Verschiebung lingualwärts verhindert. Während die Ankerfurchen an der mesialen und distalen Fläche an Prämolaren und Molaren stets parallel zur Längsachse des Zahnes verlaufen sollen, werden die Furchen an den Seitenflächen der Frontzähne an dem Punkte beginnen, wo der spitze Winkel der incisalen Rinne liegt, und parallel mit dem incisalen Drittel der labialen Schmelzplatte verlaufen und so in dem äußersten mesio- und disto-labialen Winkel endigen. (Fig. 27.)



Diese Art der Präparation ist notwendig, weil die Widerstandsfähigkeit der Arbeit abhängt von der Größe des von der Krone bedeckten Teiles des Zahnes. Abgesehen davon wird die Furche, die parallel mit dem incisalen Drittel der labialen Schmelzplatte verläuft und im äußersten gingivalen Winkel endet, die Kronenränder praktisch in ein immunes Gebiet führen. Trotzdem wird der so präparierte Frontzahnpfeiler zu den distalwärts liegenden parallel stehen, weil im normalen Gebiß die seitlichen Front- und Eckzähne weniger geneigt sind als die großen Incisiven, die Prämolaren und Molaren dagegen gerade stehen. Die Furchen müssen in dem Maße parallel geführt werden, als es die verfügbaren Instrumente gestatten; sie werden am besten mit Fissurenbohrern in steigenden Größen gestaltet.

Die Präparation eines Eckzahnes zur Aufnahme einer Dreiviertelkrone ist wenig verschieden von der beschriebenen Art für Frontzähne. Die Gestalt eines fertig präparierten Zahnes und die dabei angewendeten Steinformen sind aus Figur 28 zu ersehen.



Im folgenden sei nur noch kurz die Anwendung von Schleifmaterialien bei der Laboratoriumstätigkeit erwähnt. In dem Kapitel, das sich mit der Bedeutung der Schleifmittel in der zahnärztlichen Praxis befaßt, wurde in großen Zügen davon gesprochen, daß beim Ausarbeiten von Kautschukersatzstücken der Siliziumkarbidstein in grober Körnung und harter Bindung immer größeren Raum einnimmt, und daß der Elektrokorundstein zur Bearbeitung von Ersatzstücken aus Gold oder goldähnlichen Legierungen ausschließlich verwendet werden soll. Es wird deshalb an dieser Stelle nur betont, daß unter Beachtung aller eingangs gemachten, grundlegenden Ausführungen eine gute Arbeitsleistung zu erzielen ist.

Vorliegende Arbeit hatte sich zur Aufgabe gestellt an Hand theoretischer Ueberlegungen einen Einblick zu geben in das wichtige Gebiet der Schleifmittelindustrie. Vor allem aber sollte der zahnärztlichen Schleiferei die wissenschaftliche und technische Grundlage gegeben werden, die notwendig ist um bestmöglichste Leistungen zu erzielen. Es wurde gezeigt, in welch ausgedehntem Maße Härte, Korngröße, Bindemittel und andere Momente die Leistung beeinflussen und dargetan, wie wichtig es für den Zahnarzt ist auch die von der allgemeinen Industrie erkannten Bedingungen vollauf zu kennen und diese bei seinen einschlägigen Arbeiten nach Möglichkeit zu verwerten.

Durch Aufzeigen der Ziele und Aufgaben der Schleiferei wurde die Bedeutung dieses sich immer mehr durchsetzenden Gebietes herausgestellt.

Der letzte Hauptabschnitt über die Anwendung der Schleifmaterialien in der täglichen Praxis zeigt in Form einer Gegenüberstellung alter Präparationsmethodik mit neuzeitlicher Schleifarbeit den gewaltigen Fortschritt, den der Schleifstein in Bezug auf Sicherheit, schonungsvolles Arbeiten, Raschheit und Genauigkeit gebracht hat. Der Stein ist nicht nur treuer, unersetzlicher Helfer des Praktikers geworden, sondern hat sich bei sachgemäßer Anwendung auch die Sympathien vieler Patienten erworben.

Zum Schlusse ist es mir angenehme Pflicht, meinem hochverehrten und geschätzten Lehrer Herrn Professor Dr. Gerhard Weißenfels, Heidelberg, für die Ueberlassung des Themas sowie seinen Rat bei der Gestaltung der Arbeit recht herzlich zu danken. Gleichen Dank zolle ich all jenen Firmen, die mir durch Ueberlassung von Schriftmaterial und Versuchssteinen es ermöglichten der Arbeit ihr inhaltliches Gepräge zu geben.

Literatur.

Chayes: „Kavitätenpräparation".

Huet: La technique du meulage. (Extrait du Journal Dentaire, Belge 1930, Nr. 1.

Krumsiek: Ueber das Schleifen und die Schleifsteine.

Lanser: Die Huet-Bohrmaschine.

Loos: Ueber die Kavitätenpräparation.

Mathieu: Untersuchungen an Schleifsteinen für zahnärztl. Arbeiten.

Rohde: Bedeutung und Leistungsprüfung von Schleifmaterialien u. Poliermitteln.

Salzmann: Ueber den Wirkungsgrad der Rundbohrer auf Zahnschmelz unter Berücksichtigung von Druck- und Tourenzahl der Bohrmaschine.

Schönbeck: Zahnärztliche Materialienkunde.

Schroeder: Entwicklung der Schleiftechnik.

Technische Mitteilungen der Dental-Fabrikanten: Winke für die Praxis 1930, Nr. 4.

White: The Stone Age in Dentistry.

Lebenslauf.

Am 22. Januar 1910 zu Kaiserslautern geboren, besuchte ich daselbst während der Jahre 1916 bis 1920 die Volkshauptschule, sodann von 1920 bis 1929 die Staatliche Oberrealschule. Nach bestandenem Abiturientenexamen studierte ich im Sommerhalbjahre 1929 an der Universität in München zunächst Naturwissenschaften und in den folgenden Jahren an den Universitäten in München, Würzburg und Heidelberg Zahnheilkunde.

Am Ende des Winterhalbjahres 1930/31 machte ich das zahnmedizinische Physikum.

Am Schlusse des Winterhalbjahres 1933/34 unterzog ich mich vor der Prüfungskommission in Heidelberg der zahnärztlichen Prüfung, die ich mit „sehr gut" bestand und die mir die Approbation als Zahnarzt einbrachte.